



Facultad de Ingeniería

Trabajo de Investigación

Mejora de la productividad del proceso de elaboración de harina de pescado aplicando la metodología Lean Manufacturing

Autores:

Calderon Huyhua, Eddin Keybi - 1525408

García Espíritu, Ruiz Vianey - 1525461

Para obtener el grado de bachiller en:

Ingeniería Industrial

Lima, julio 2020

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo proponer una mejora en el sistema de producción de una empresa pesquera, a través de una propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad.

La metodología empleada del presente proyecto de investigación se realizó como primer punto un diagnóstico con la herramienta de mapeo del flujo de valor (VSM) con el propósito de analizar la línea de producción, como la capacidad de producción de las máquinas, tiempo ciclo, tiempo de cambio de proceso y la programación diaria. Por ende, se hallaron dos problemas principales como; mal programa de mantenimiento autónomo y tiempo de cambio de proceso ineficiente. Por consiguiente, se propuso implementar las herramientas SMED y TPM con la finalidad de solucionar los problemas hallados en el proceso de secado.

De esta manera, respecto a la herramienta SMED se ha propuesto implementar un secador rotatorio antes de realizar el ingreso al secador principal, teniendo como función incrementar la temperatura y preparar la torta de prensado. Por otro lado, correspondiente a la herramienta TPM se propuso una programación de mantenimiento autónomo en el secador principal.

Por consecuencia, se estimó los resultados como una reducción de tiempo de secado de 45 minutos a 30 minutos, asimismo en el TPM, la efectividad total del equipo (OEE) se evaluó un aumento de 32.19% a 42.27% y finalmente se estima una variación de la productividad correspondiente a la materia prima de 11.47%. En conclusión, las soluciones propuestas bajo las herramientas del Lean Manufacturing, estiman resultados positivos en el proceso de elaboración de harina de pesado, como el incremento de la producción, disminución del tiempo ciclo de proceso y reducción de fallas del secador principal.

Abstract

This paper aims to propose an improvement in the production system of a fishing company, through a proposal to implement the Lean Manufacturing methodology to increase productivity.

The methodology used in this research project was carried out as a first point a diagnosis with the value flow mapping tool (VSM) with the purpose of analyzing the production line, such as the production capacity of the machines, cycle time, process change time and daily scheduling. Therefore, two main problems were found such as: poor self-contained maintenance program and inefficient process change time. Therefore, it was proposed to implement the SMED and TPM tools in order to solve the problems found in the drying process.

In this way, with regard to the SMED tool, it has been proposed to implement a rotary dryer before entering the main dryer, with the function of increasing the temperature and preparing the pressing cake. On the other hand, for the TPM tool, an autonomous maintenance schedule was proposed in the main dryer.

As a result, the results were estimated as a reduction of drying time from 45 minutes to 30 minutes, also in TPM, the total effectiveness of the equipment (OEE) an increase of 32.19% to 42.27% was evaluated and finally it is estimated a variation of the productivity corresponding to the raw material of 11.47%. In conclusion, the solutions proposed under the tools of Lean Manufacturing, estimate positive results in the process of making heavy flour, such as increased production, reduction of process cycle time and reduction of main dryer failures.

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada a nuestros padres, por su amor y apoyo incondicional. Asimismo, a todos nuestros familiares que siempre estuvieron pendientes por nuestro bienestar.

Agradecimiento

Agradecemos a todos los maestros que fueron parte de nuestra formación profesional y enseñarnos sus mejores conocimientos que nos han concedido.

Tabla de contenido

Resumen	1
Tabla de contenido.....	5
Introducción.....	9
1. Literatura y teoría sobre el tema.....	8
1.1. Literatura antecedente	8
1.1.1. Antecedentes Internacionales	8
1.1.2. Antecedentes Nacionales	12
1.2. Marco teórico	14
1.2.1. Definición de Lean Manufacturing (Pensamiento Esbelto)	14
1.2.2. Definición de Productividad.....	23
2. Metodología empleada	27
2.1. Metodología de investigación.....	27
2.2. Diagnostico situacional del sector y la empresa	28
2.2.1. Descripción del sector	28
2.2.2. Estado de situación actual de la empresa	30
2.3. Análisis de los resultados del diagnóstico	34
2.3. Diseño de la propuesta de mejora	43
2.3.1. Procedimiento de aplicación del SMED.....	43
2.3.2. Procedimiento de aplicación del TPM e instrumento.....	51
3. Resultados encontrados	66
4. Análisis y discusión.....	68
4.1. Análisis	68
4.2. Discusión	68
5. Conclusiones y recomendaciones.....	71

5.1. Conclusiones	71
5.2. Recomendaciones	71
6. Referencias Bibliográficas	73
7. Anexo	78
Anexo N° 1: Declaración de originalidad del trabajo de investigación.....	78
Anexo N° 2: Fases de la implantación de Lean Manufacturing	79
Anexo N° 3: Formato para el estudio de tiempos de actividades	81

Lista de Figura

Figura 1: Instrumentos para la medición de los pasos de implementación del TPM	19
Figura 2: Principales mercados de harina de pescado 2018	28
Figura 3: Ranking de industrias exportadoras de harina de pescado.....	28
Figura 4: Diagrama de proceso.....	31
Figura 5: Mapeo del flujo de valor actual	32
Figura 6: Diagrama de flujo	33
Figura 7: Diagrama de operaciones del procesos de harina de pescado.....	35
Figura 8: Diagrama de Causa - Efecto.....	39
Figura 9: Diagrama de árbol Causa – Efecto.....	42
Figura 10: Secador rotativo	43
Figura 11: Proceso de elaboración de harina de pescado	44
Figura 12: Implementación del secador rotatorio.....	46
Figura 13: Cantidad de fallas en las máquinas del proceso de harina de pescado	51
Figura 14: Propuesta de implementación del TPM	54
Figura 15: Lista de los puntos clave de mejora	60
Figura 16: Fases para la implementación general	63
Figura 17: Procedimiento de aplicación del mantenimiento autónomo	64

Lista de Tablas

Tabla 1: Composición de ácidos grasos en la comida de capelán	9
Tabla 2: Fases de implementación de Lean Manufacturing	15
Tabla 3: Herramientas aplicadas por diversas organizaciones japonesas.....	15
Tabla 4: Pasos para la implantación del TPM	18
Tabla 5: Interpretación de los resultados del OEE	20
Tabla 6: Valores estándar de clase mundial OEE.....	20
Tabla 7: Factores críticos del éxito.....	22
Tabla 8: Dimensiones de la productividad	26
Tabla 9: Producción de harina de pescado	29
Tabla 10: Capacidad de producción de las plantas	30
Tabla 11: Registro de fallas por áreas	36
Tabla 12: Porcentaje de problemas según categoría.....	36
Tabla 13: Cálculo del diagrama de Pareto.....	37
Tabla 14: Diagrama de Pareto	37
Tabla 15: Causas primarias.....	38
Tabla 16: Matriz de prioridades.....	40
Tabla 17: Cálculo para el Diagrama de Pareto	41
Tabla 18: Diagrama de Pareto	41
Tabla 19: Características secador rotatorio	43
Tabla 20: Actividades internas y externas	45
Tabla 21: Análisis actividades internas y externas	48
Tabla 22: Propuesta de SMED	49
Tabla 23: Tiempo ciclo de la elaboración de harina de pescado	49
Tabla 24: Tiempo de cambio de proceso.....	50
Tabla 25: Capacidad de producción propuesta.....	50
Tabla 26: Resumen del resultado del check list	52
Tabla 27: Resultado del índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) actual	53
Tabla 28: Cronograma de reuniones.....	55
Tabla 29: Metas para la nueva herramienta.....	57
Tabla 30: Formato para el procedimiento de limpieza de los equipos	59

Tabla 31: Tres criterios para establecer los estándares.....	61
Tabla 32: Resumen de estándares provisionales de lubricación y limpieza para mantenimiento autónomo	62
Tabla 33: Mantenimiento autónomo del Secador.....	65
Tabla 34: Producción actual y propuesta según el número de fallas.....	66
Tabla 35: OEE actual y propuesto.....	66
Tabla 36: Categorización de los resultados para la discusión	68

Introducción

Los países más importantes en la elaboración de harina y aceite de pescado actualmente son: Perú, Chile, Estados Unidos, Tailandia y China. Dentro de este grupo Perú es el país productor más importante de harina de pescado. Asimismo, la producción presenta una tasa de crecimiento a 6.4% (durante 2010-2019), según Mallison (2017).

En Perú hay 411 empresas que producen este producto, que representan el 75% de la producción nacional, para lo cual, se utiliza generalmente la anchoveta, que es la única variedad permitida por el Ministerio de la Producción para la elaboración de harina de pescado.

Actualmente la empresa pesquera, cuenta con 32 embarcaciones navales. Asimismo, en los últimos 13 años la producción registrada en el año 2011 fue el máximo histórico con **219,900 TM** (toneladas métricas) de harina de pescado, (Memoria anual 2018, pág. 52), a diferencia del año 2018 se ha procesado 679,962 TM originando un total de **159,581 TM** de harina de pescado. Además, la empresa produce dos tipos de harina de pescado a y b (superprime y prime).

Por otro lado, toda industria busca incrementar la productividad en sus procesos para generar mayores ingresos y tener sostenibilidad en el tiempo; por ende existen múltiples metodologías de aplicación que contribuye en gran medida a optimizar sus índices de producción y como consecuencia tener procesos flexibles y productos competitivos. En el presente trabajo de investigación abordaremos la siguiente problemática

El problema principal de la empresa pesquera es la baja productividad en el proceso de elaboración de harina de pescado, diagnosticándose en el 2018 un desperdicio de la materia prima de un 78% y solo se aprovechaba el 22%, identificando como problemas específicos un programa de mantenimiento autónomo ineficaz y tiempo de cambio de proceso ineficiente. Ante este problema se propone adoptar la metodología Lean Manufacturing con el fin de mejorar el proceso productivo.

Asimismo, el objetivo general del presente proyecto de investigación es determinar en qué medida la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad en la elaboración de harina de pescado en el subproceso de secado en una empresa pesquera, y como objetivos específicos se planteó optimizar la efectividad de los equipos en el subproceso de secado en una empresa pesquera a través de la implementación del TPM y reducir el tiempo de procesamiento en el subproceso de secado a través de la ejecución del SMED.

1. Literatura y teoría sobre el tema

1.1. Literatura antecedente

1.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Bragadóttir, Pálmadóttir y kristbergsson (2004) se proponen estudiar la variación de la oxidación de lípidos en la harina de pescado durante el almacenamiento. Ello, considerando que una de las consecuencias de la oxidación de lípidos en la harina de pescado es el valor nutricional reducido y, el daño proteico de la comida. De otro lado, la lipoxidación puede proceder en la medida en que causa daño por el calor en la comida, incluso puede conducir a la combustión.

El método aplicado considera procedimientos de almacenamiento de materia prima, para ello se tuvo en cuenta en la cosecha, que el pescado se debe almacenar entero en la bodega del barco a temperatura adecuada hasta el desembarco, dentro de las 24 horas. Posteriores a la cosecha, donde la temperatura del océano a 50 m fue de -6°C . Asimismo, para el proceso de secado se aplicó el método indirecto con aire caliente, utilizando secadores de tipo (Hetland HLT, Atlas-Stord Norway AS, Bryne, Noruega); la temperatura de la comida nunca es superior a $65-70^{\circ}\text{C}$. De esta manera, el contenido de agua se determinó secando en un horno a $102-104^{\circ}\text{C}$ durante 4 horas, mientras que el contenido de grasa se determinó de acuerdo con el método AOCS Soxhlet Ba 3-38, usando éter de petróleo (pb) $30-40^{\circ}\text{C}$ para la extracción.

Por otro lado, se determinó la absorción mediante el método la atómica de generación de hidruros. También, el nivel de los lípidos se estableció mediante el método de Bligh y Dyer con algunas modificaciones y con hidroxitolueno butilado (BHT) mezclado con todos los solventes ($50-100\text{ mg / L}$). Para la determinación de la concentración de lípidos del extracto, una pequeña porción de la capa de cloroformo se evaporó a sequedad a 60°C durante 30 minutos antes de pesar.

De lo investigado, los resultados logrados fueron: que el contenido de lípidos fue más bajo durante la primavera en 8.4% pero 10.9-11.9% durante otras estaciones ($P < 0.05$) con una relación inversa al contenido de humedad. Asimismo, se consiguió que el valor de yodo de los

lípidos de la comida disminuyó de 160.5 durante el verano a 147 durante el invierno y la primavera ($P < 0.05$), ello contrastando con los resultados de Notevarp y Chahine.

Tabla 1: Composición de ácidos grasos en la comida de capelán

fatty acid	summer	autumn	winter	spring
C14:0	4.6 ± 0.3	4.2 ± 0.1	4.0 ± 0.3	4.3 ± 0.0
C16:0	15.6 ± 0.5 a	15.6 ± 0.2 a	16.0 ± 0.6 a	14.0 ± 0.1 b
C18:0	1.7 ± 0.1 a	1.7 ± 0.0 a	1.6 ± 0.1 a	1.9 ± 0.0 b
<i>total saturated</i>	<i>21.8 ± 0.8</i>	<i>21.5 ± 0.2</i>	<i>21.6 ± 0.9</i>	<i>20.2 ± 0.1</i>
Σ C16:1	5.4 ± 0.4	5.0 ± 0.1	5.5 ± 0.3	5.0 ± 0.7
Σ C18:1	12.6 ± 0.5 a	14.0 ± 0.2 b	15.1 ± 0.2 c	15.6 ± 0.9 c
Σ C20:1	8.0 ± 0.6 a	7.5 ± 0.1 a	7.3 ± 0.3 a	9.1 ± 0.8 b
C22:1	10.1 ± 1.1 a	9.6 ± 0.0 a	7.2 ± 0.9 b	10.3 ± 0.1 a
C24:1	0.0 ± 0.0 a	1.0 ± 0.1 b	0.5 ± 0.2 c	1.6 ± 0.0 d
<i>total monoenes</i>	<i>36.2 ± 0.8 a</i>	<i>37.1 ± 0.3 a</i>	<i>35.6 ± 0.6 a</i>	<i>41.6 ± 0.8 b</i>
C18:2	1.3 ± 0.2	1.3 ± 0.0	1.3 ± 0.1	1.4 ± 0.0
C18:4	4.5 ± 0.3 a	2.4 ± 0.0 b	2.1 ± 0.1 b	1.3 ± 0.0 c
C20:5	11.2 ± 0.1 a	11.1 ± 0.2 a	11.2 ± 0.3 a	10.5 ± 0.1 b
C22:5	0.7 ± 0.1	0.8 ± 0.0	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.0
C22:6	15.8 ± 1.6 a	18.1 ± 0.3 ab	18.9 ± 0.2 b	18.2 ± 0.2 ab
<i>total polyenes</i>	<i>33.5 ± 1.1 ab</i>	<i>33.7 ± 0.5 ab</i>	<i>34.4 ± 0.4 a</i>	<i>32.3 ± 0.4 b</i>
C20:5 + C22:5 + C22:6	27.8 ± 1.6 a	30.0 ± 0.5 ab	31.0 ± 0.2 b	29.6 ± 0.4 ab
PI ^a = C20:5 + C22:6/C16:0	1.74 ± 0.15 a	1.87 ± 0.05 ab	1.89 ± 0.06 ab	2.05 ± 0.01 b

Fuente: Bragadóttir et al. Cada entrada representa el valor medio (n) 3) ± de una muestra agrupada (2 kg) de harina de capelán.

Finalmente, se demostró que el contenido de lípidos era alto en verano, pero bajo en primavera. Resultando el 14% en verano y el 3% en primavera. También se determinó que entre los antioxidantes naturales, la astaxantina fue alta durante el verano, mientras que el R-tocoferol fue más alto en primavera.

Rahman y Lausirihongthong (2010), mencionan que la implementación de la metodología Lean Manufacturing es viable para las pequeñas y grandes empresas. Además, en la investigación se menciona que estas organizaciones presentan residuos en grandes cantidades. Por consiguiente, los autores rescatan la idea de Zayko et al. (1997) donde afirma que la producción ajustada reduce en 50% del esfuerzo humano y las herramientas, equipo, entre otros que están involucrados en la producción tienen una mejora de calidad del 200 al 500%.

En la investigación se realiza la aplicación de la metodología JIT, puesto que minimiza los residuos y gestión del flujo. De esta manera, de las 187 empresas estudiadas se dividieron en Pymes (pequeñas empresas) y grandes empresas, de las cuales la aplicación de la herramienta de mejora continua viene optimizando las reducciones de residuos o desperdicios que en el área de producción se genera, asimismo, al realizar el estudio se analizó que las empresas pequeñas cuentan con herramientas Lean, mientras que las grandes empresas no se notan a simple vistas porque ya están reflejadas en proceso tecnológicos ya mejorados.

San Martín, Ramos y Zufía (2016) plantean buscar como definir los parámetros y condiciones del proceso de secado: temperatura, tiempo, consumo de energía. El motivo del problema es el efecto ambiental asociado con la producción de alimentos para animales, desarrollaron la metodología de diagnóstico y análisis, teniendo en cuenta el reglamento (CE) que insta los métodos de muestreo y análisis para el control de los piensos, obteniendo los resultados, que no hay diferencias importantes en la composición de los diferentes subproductos, lo que representa que se puede gestionar como un solo subproducto.

Los parámetros nutricionales, como las proteínas, limitan su inclusión en alimentar formulaciones entre 3% y 6%. También, el contenido de agua de los residuos vegetales estudiados es demasiado alto para incluir en formulaciones de alimentos sin tratamiento previo; para ello, se debe desarrollar un proceso de secado para reducir esta variable. Con respecto al proceso de secado, los diferentes vegetales, los prototipos de comida producidos en este estudio cumplen con los requisitos nutricionales de piensos.

Shivakumar y Suresh (2019) estudian sobre cómo instruir el principio y mantenimiento de los equipos, puesto que el problema general son los desperdicios de tiempo en el equipo generando retrasos en la producción.

Para ello, los autores analizan el indicador OEE, debido a que es indispensable conocer la eficiencia de los equipos en una empresa, es por ello que afirman que la aplicación del TPM debe ejecutarse como una política de sociedad para civilizar su presentación, en base a ello, los autores realizan el estudio de una planta de mecánica empezando a calcular el OEE obteniendo como resultado 50.62%, y tras la aplicación del TPM y con la ayuda de la herramienta de Pareto

logran mejorar en 68%. Por consiguiente, los autores recomiendan aplicar los siguientes pasos para una mejor efectividad:

Se debe mantener un control regular sobre el sistema de enfriamiento y de cambio del refrigerante regularmente, para lo cual se tiene que cumplir los siguientes criterios: no sobrecargar la máquina, asegúrese de que la herramienta se use de manera efectiva, la pieza de trabajo debe montarse correctamente para evitar el mecanizado incorrecto y el desgaste de la herramienta, asegúrese de que la máquina esté limpia correctamente después de cada operación.

Asimismo, Hooda y Gupta (2019) proponen demostrar los beneficios obtenidos en la empresa después de la implementación del TPM, como ejemplo toman a una empresa del grupo XYZ, para ello, el principal problema es el alto costo en la producción y productos defectuosos. La aplicación de la metodología se dio en varias fases, siendo la principal etapa de fase I y fase II, cuyos resultados fueron exitosos. De esta forma, su aplicación según los autores se dio por cuatro etapas y doce pasos de acuerdo a los procedimientos de JIPM: Introducción-etapa preparatoria: pasos 1 a 5, Inicio de la introducción: paso 6, Etapa de introducción-ejecución: pasos 7 a 11, Etapa establecida: Paso 12.

Finalmente, los resultados fueron un aumento de capacidad de la máquina y de los trabajadores. Así mismo, se obtuvo un aumento del OEE de 46% a 73.1% en TPM Fase I y 73.1% a 85.5% TPM Fase-II respectivamente. En la fase II de la aplicación del TPM se redujeron varias quejas de clientes de 150 a cero, los costos que utilizan en la producción se redujeron en 12 % y de inventario en 35%. Por consiguiente, las fases I y II demuestran que la implementación de la técnica del TPM ayudó considerablemente a la industria especialmente en los costos y tasa de entregas.

Salah Eldein y Sobhi (2019) realizan los estudios en una línea de proceso teniendo como objetivo reducir los desperdicios que se presentan en la fabricación, además, minimizar los tiempos de cambio de proceso, para ello se basaron en la herramienta SMED. Por consiguiente, realizan un análisis al cambio de proceso, específicamente a la carretilla elevadora cuyo tiempo en tardar de 20 minutos para responder, entonces se plantea que este tiempo puede reducirse.

Por lo tanto, determinaron cambiar el equipo, por otro más sofisticado que realice el trabajo solo para el cambio de proceso, además para que el proceso funcione se designó a un operador, cuya función es de solicitar este proceso antes de 10 minutos. Por consiguiente, el tiempo de cambio de proceso se redujo en un 44%, con un ahorro anual de 1,856.71 dólares.

Asimismo, Makel y Zaduminska (2019) plantean investigar cómo la compañía A usó VSM y SMED para descartar desperdicios y mejorar la eficiencia de producción, considerando el problema en la línea de procesamiento de alimentos con maquinaria inflexible, además, la reestructura es lenta puesto que implicaba muchos movimientos en cada lado de la línea. Para resolver el problema se aplicaron las herramientas de VSM y SMED.

Con respecto, a la herramienta VSM, se eligió la línea 1 como foco de mejora, que actualmente representa el 84% de la producción total en la empresa A. De esta manera, el mapeo del diagnóstico contiene el mapa de flujo terrestre de todas las actividades en la línea 1 desde la materia prima hasta el embalaje. Para cada actividad, se calculó la producción por minuto, lo que les ayudó a identificar las actividades con mayor tiempo en el flujo de producción de pescado y con respecto a la implementación del SMED se centró a reducir el tiempo de cambio en la actividad crítica. La primera fase de SMED implicó el mapeo de las secuencias de todas las actividades relacionadas con la reorganización de la máquina.

En síntesis, se concluye que el uso de asignación de flujo de valor (VSM) y SMED ha eliminado los residuos relacionados con el tiempo de cambio en un 34% y acrecentó la capacidad de producción de la línea de 1 a 11%. Esta mejora permitió a la empresa lograr los objetivos de producción, Asimismo se determinó el tiempo de trabajo (de 8 a 10 horas durante el período). Además, la reducción de la configuración del tiempo evitó la necesidad de aumentar el lote de procesamiento relacionado al tamaño, que puede aumentar el tiempo total del ciclo de producción y la incidencia de problemas de calidad.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Hoyos, Montalvo y Vásquez (2017) proponen analizar la mejora de productividad en la elaboración de pallets en la empresa nuevo Perú S.A.C., teniendo como problemas la merma de materia prima e insumos, tiempos muertos y paradas de máquinas. Para solucionar dichos problemas se implementó como primer paso el VSM y el diagrama de causa efecto,

para así diagnosticar los problemas que generan la baja productividad. Por consiguiente, se realizan la implementación de Lean Six sigma en base a las técnicas como el DMAIC, 5S y TPM. También, se realizó la implementación del SMED para mitigar los tiempos muertos en la ejecución de cada técnica.

Los resultados obtenidos basados en el SMED, fueron favorables, puesto que se redujo los tiempos de ciclo en la elaboración de pallets en un lote de 1500 unidades, pasando de 26 días con 12 horas a un tiempo de 23 días con 135 minutos. Además, los resultados generales en temas de costo fueron de 2.78 es decir, por cada sol invertido se recupera la inversión y con una ganancia de 1.78 soles.

Obeso, Yaya y Chucuya (2019) proponen aplicar las fases de la herramienta TPM (total productive maintenance) en la línea del proceso de producción de harina de pescado, detectándose en la organización una deficiente sistema de mantenimiento, asimismo, existe tiempos muertos de parte de los colaboradores por insuficiente comunicación en el trabajo.

Durante la aplicación de la herramienta, en el secador, el tiempo de mantenimiento se disminuyó en seis minutos, debido a la implementación de las 5S. Respecto de la productividad se incrementó en 6%, representando de 15 a 17 sacos por hora. Asimismo, dicho aumento se debe a que se redujo las fallas en el secador y a consecuencia se redujo los tiempos improductivos. Causando una efectividad total del equipo de 0.68% con un nivel de incremento del 16.32% durante un periodo de un año, dicho incremento tras la aplicación del TPM se mejora la eficiencia del secador.

Galesi, Velarde, León, Raymundo y Dominguez (2020) plantean analizar la competitividad y productividad de la planta de procesamiento de los recursos marinos, en especial del calamar gigante. Por consiguiente, los autores implementan la herramienta del TPM afirmando que algunas de las pymes en el Perú presentan tiempos de inactividad, está representada por el 26% lo que genera 1760 toneladas de pérdida cada año, por ello, los autores implementan el TPM pero antes realizan el diagnóstico respectivo.

De tal modo, se identificó el problema como la baja productividad generada por la inactividad de las máquinas, aproximadamente de 15.8 horas/semana. Y por consiguiente se

implementó las 6S para ordenar el lugar de trabajo y finalmente se programa la herramienta TPM. Es de esta manera, que los resultados fueron los siguientes:

Reducción del 19% en los tiempos de inactividad de las máquinas lo que generó que la producción aumente en 748 toneladas por año y, en temas de costo representa \$405,770 obtenido en el periodo de 6 meses. Asimismo, la disponibilidad de las máquinas aumentó en 14% lo que indica que la producción es más eficiente, tiempos entre averías en un 40% y los costos de mantenimiento se redujeron de 19.57% a 16.44%, por lo tanto, generando una reducción del 3% del costos de toda la producción. De modo tal, que la implementación del TPM tuvo como resultado el aumento de la productividad lo que hace que las pequeñas empresas crezcan tanto económicamente como organización.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Definición de Lean Manufacturing (Pensamiento Esbelto)

Según Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2017) definen la metodología Lean Manufacturing que está orientado a descartar los diferentes tipos de desperdicios en el proceso productivo que no añade valor al proceso, logrando incrementar la eficiencia y sea más flexible la producción.

De esta manera, Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen (2019) afirman que en la actualidad se viene desarrollando la metodología Lean Manufacturing con el fin de optimizar procesos industriales (pág.73), puesto que está siendo adaptada a las empresas ya sean grandes o pequeñas, involucrado a las máquinas, operarios, materiales, etc. De esta forma, trabajen de una manera más eficiente y así puedan lograr sus objetivos.

1.2.1.1. Implementación de Lean Manufacturing.

Según Fortuny, Cautrecasas, Cuatrecasas y Olivella (2008) mencionan que:

La implementación Lean se debe desarrollar en todos los procesos de la empresa. Por lo tanto, desarrollándose la metodología exitosamente en la organización, resultando con mayor interés; de lo cual, consta de siete fases que se presenta a continuación:

Tabla 2: Fases de implementación de Lean Manufacturing

Fases	Concepto
Fase 0:	Adoptar el paradigma Lean
Fase 1:	Preparar
Fase 2:	Definir el valor
Fase 3:	Identificar la cadena de valor
Fase 4:	Diseñar el sistema de producción
Fase 5:	Implementar el flujo (la producción basada en el flujo)
Fase 6:	Implementar el sistema pull total
Fase 7:	Perseguir la perfección

Fuente: *Elaboración propia*

Para mayor detalle de cada fase de la implementación de la metodología se encuentra en el anexo N° 2.

Asimismo, Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2017) confirman, las primordiales herramientas aplicadas por diferentes organizaciones orientales para eliminar el desperdicio de sus procesos de producción, se menciona en la siguiente tabla:

Tabla 3: Herramientas aplicadas por diversas organizaciones japonesas

Herramientas	Finalidad
Kanban	Sistema de arrastre de la producción
TPM	Mantenimiento total productivo
TQM	Gestión de calidad total
Kaizen	Mejora continua
SMED	Reducción de los tiempos de preparación de máquinas a unidades de minuto
Poka Yoke	Dispositivos para prevenir errores tontos
Círculos de calidad	

Fuente: *Elaboración propia en base a la información de los autores Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2017)*

Sin embargo, en la presente investigación nos enfocaremos en la herramienta SMED y TPM para solucionar el problema. A continuación, pasamos a definir.

1.2.1.2. *SMED: Evolución y estado actual.*

La herramienta SMED (Single-Minute Exchange of Dies) ha venido desarrollándose desde el año 1950, su creador Shigeo Shingo establece el procedimiento con el fin de eliminar las actividades críticas en las diversas industrias Toyo Kogyo de Mazda, tras realizar varios análisis crea dos ideas fundamentales que serían la base para la aplicación del SMED, desarrollo interna (IED) y desarrollo externa (OED), por consiguiente en el año 1957 Shigeo realiza un estudio en la empresa Mitsubishi heavy industries, diagnosticando un problema de preparación en una máquina cepilladora, la solución fue implementar el IED y OED y en 1969 establece los pilares importante del SMED en la empresa Toyota Motor Company como la conversión del IED a OED para solucionar problemas de preparación y finalmente el ajuste o revaluación del proceso para encontrar el problema.

En la actualidad, esta técnica es utilizada en las pequeñas y grandes industrias, Arvianto (2011) menciona que el SMED disminuye la mano de obra, acelera el tiempo del proceso productivo, reduce los costos de producción y elimina los errores en la configuración de máquinas (pág.126). Es por ello, que su aplicación trae grandes beneficios como tener un proceso eficiente, sin el pequeño desperdicio de tiempo que en el proceso se requiere.

1.2.1.3. *Procedimientos para la implementación del SMED.*

En la aplicación de la técnica SMED, Shingo (1983) menciona que debe realizar tres etapas:

La primera etapa: en esta fase se debe identificar las preparaciones internas y externas incluyendo nombres, especificaciones, dimensiones, entre otras, luego se debe realizar una evaluación funcional en la etapa OED para que de esta forma al momento de la preparación no se presenten tiempos de demora por otro lado, para el transporte de la producción al almacén se debe verificar que no haya objetos que obstaculicen el paso, por ello, es importante que la identificación esté bien realizada.

La segunda etapa: se debe convertir la preparación interna en externa, esta etapa es la más importante de la técnica SMED. Puesto que, depende de esto si se cumple el objetivo o no;

para ello se debe diagnosticar la actividad crítica en el proceso y darle una solución para reducir el tiempo de demora.

La tercera etapa: es la última fase del SMED donde que se realiza el perfeccionamiento de la operación de preparación, asimismo, se debe realizar una revisión de todo el proceso en especial el del almacenamiento y transporte para un óptimo funcionamiento del proceso.

1.2.1.4. Instrumento de medición del SMED.

El instrumento que se utilizará para la medición de la herramienta SMED, se encuentra en el anexo N° 2. Asimismo, se empleará como principal formato para el estudio de tiempos de actividades. Cuya finalidad es evaluar los tiempos que se requiere en cada proceso, obteniendo de esa forma el tiempo ciclo, dicho formato se ha extraído del autor: (García Criollo, 2005).

Eficiencia real de producción

Según Montero, Díaz, Guevara, Cepeda y Barrera (2013) afirman lo siguiente:

En la actualidad las fábricas cuentan con algunas técnicas para controlar su producción, manejo adecuado de las maquinarias e incrementar la productividad en sus procesos. De esta manera, permite medir la entrada de materias primas y la salida de productos. Asimismo, admite evaluar la necesidad de los consumidores y la calidad del producto.

Se debe tener en cuenta los factores que existen en la producción como los mantenimientos, calidad, etc. Para que el proceso esté controlado o se resuelva inmediatamente si se presenta algún problema. De esta manera, es necesario identificar la eficiencia en un ciclo de proceso para determinar qué tan eficiente es una línea de producción.

$$\text{coeficiente de eficiencia del ciclo del proceso} = \frac{\text{tiempo de valor agregado}}{\text{tiempo de entrega}}$$

1.2.1.5. TPM: evolución y estado actual.

La evolución del TPM (total productive maintenance) inicia en el año de 1914, y solo se practicaba el mantenimiento si las máquinas fallaban o se dañaba y la aplicación se daba en

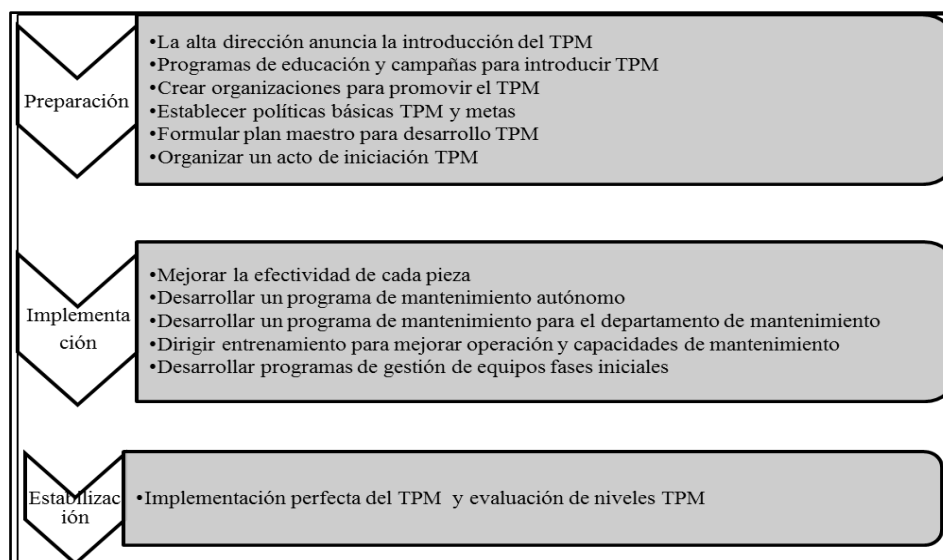
los países industrializados. Siguiendo hasta el año de 1930, surge la necesidad de las primeras reparaciones en Estados Unidos, hasta el año de 1950 en Japón, que se toma la decisión de unir el mantenimiento preventivo y productivo para ofrecer producto de más alta calidad y fiabilidad. En 1960 en Japón y algunos países occidentales empiezan a implementar la filosofía del TPM enfocándose hacia la producción y la productividad; y a partir del año 90 hasta la actualidad se empezaron aplicar el TPM como filosofía de gestión, en búsqueda de la mejora continua y la competitividad. De esta manera, se globalizó por todo el mundo (Montoya, 2010).

Actualmente el mantenimiento productivo total, es incrementar la efectividad total del equipo, de esta manera, cumplir con la producción en el tiempo determinado y como también al cliente.

1.2.1.6. Procedimientos para la aplicación del TPM.

Nakajima (1991) manifiesta que para la aplicación del TPM en todas las organizaciones se debe desarrollar los 12 pasos para una exitosa implantación de la herramienta.

Tabla 4: Pasos para la implantación del TPM



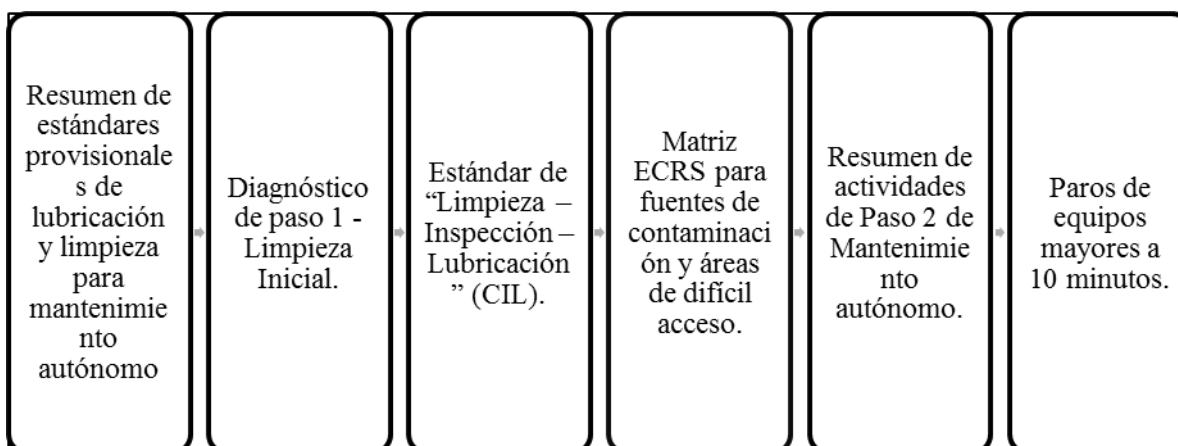
Fuente: Basado del autor Nakajima (1991)

Según Shirose (1984) la implantación del TPM se debe iniciar con el nivel estratégico de la organización, de esta manera, se irá involucrando en toda la empresa. Por lo tanto, se genera mayor interés en la implementación de la herramienta; logrando los objetivos y metas establecidos por la alta dirección.

1.2.1.7. *Instrumento de medición del TPM.*

Los instrumentos principales para esta herramienta tienen el objetivo de registrar fallas, anomalías, paros y vibraciones; en las maquinarias y equipos del proceso productivo. A continuación, los instrumentos más relevantes para la medición se detalla en la siguiente figura, según (Palacio P., 2013).

Figura 1: Instrumentos para la medición de los pasos de implementación del TPM



Fuente: Elaboración propia en base del autor Palacios P. (2013)

Efectividad Total del Equipamiento (OEE)

Según Consuegra y otros (2017) determinan que el desarrollo del OEE permite conocer la efectividad de las máquinas en que están operando. Asimismo, da a conocer los índices de disponibilidad, eficiencia y calidad, donde la multiplicación de los tres índices resulta el OEE. Además, nos permite identificar las causas que generan dichos índices, de tal modo sabremos en qué situación se encuentra la producción y si se están cumpliendo con los objetivos planteados. También, se aplica en cada subproceso o en todo el proceso de producción.

Por otro lado, es importante determinar la unidad de tiempo para hallar el OEE, y tener conocimiento previo de los diferentes tiempos como: tiempo estándar de fabricación, tiempo planeado, tiempo de paradas, tiempo de alistamiento, tiempo de cambios, tiempo de espera y el número de unidades defectuosas y unidades remanufacturadas.

$$\text{Disponibilidad(indice de operación)} = \text{disponibilidad} \times \text{calidad} \times \text{eficiencia}$$

Clasificación OEE

El resultado del OEE tiene un significado y dependiendo en que intervalo se encuentra se definirá si es: inaceptable, regular, aceptable, buena y excelente. De lo cual, se detalla en la tabla 5.

Tabla 5: Interpretación de los resultados del OEE

Intervalos del OEE	Significado
OEE < 65%	Inaceptable.
65% < OEE < 75%	Regular
75% < OEE < 85%	Aceptable.
85% < OEE < 95%	Buena.
OEE > 95%	Excelencia.

Fuente: Elaboración propia en base a los autores Consuegra y otros (2017)

Los valores estándar del OEE que se debe de alcanzar en toda industria, para obtener la máxima efectividad total del equipo. De esta manera, competir en el mercado de forma eficaz y eficiente.

Tabla 6: Valores estándar de clase mundial OEE

OEE Factores	Clase mundial estándar
Disponibilidad	90.00%
Eficiencia	95.00%
Calidad	99.90%
General OEE	85%

Fuente: Elaboración propia en base a los autores Consuegra y otros (2017)

De esta manera, Shirose (1984) menciona que las fábricas que han evaluado este método generalmente encuentran que tienen unas puntuaciones de eficacia global del equipo que se sitúan entre el 50 y 60%. Asimismo, el autor define: el índice de disponibilidad, rendimiento, calidad y efectividad total del equipo.

Índice de disponibilidad

Está referido al tiempo de operación de la máquina, es decir, la disponibilidad del equipo. Y se calcula a través de las horas programadas de producción menos las horas no programadas dividiendo las horas programadas de producción. Para mayor detalle se observar en la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Hrs programadas de producción} - \text{Hrs paradas no programadas}}{\text{Hrs programadas de producción}} * 100\%$$

Índice de rendimiento

Para desarrollar el rendimiento, se debe determinar antes la producción real y la capacidad productiva; de lo cual, se obtiene estos datos del diagnóstico inicial en el proceso productivo de la industrial.

$$\text{Índice de rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad productiva}}$$

Índice de calidad

El índice de calidad se puede expresar como la entrada de producción en el proceso o equipo menos el volumen o el número de defectos de calidad y luego dividido por la entrada de producción. La tasa de calidad se puede expresar en una fórmula como:

$$\text{Índice de calidad} = \frac{\text{Tn de horas producida} - \text{Tn de harina reprocesada}}{\text{Tn de harina producida}}$$

Efectividad total del equipo

Para el cálculo del OEE se obtiene mediante la multiplicación de los tres índices, de las cuales son: disponibilidad, rendimiento y calidad. Asimismo, se aplica para todas las máquinas y equipos que están involucrados en el proceso de producción; de esta forma, los resultados se verán reflejado en el indicador.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Índice de rendimiento} \times \text{Índice de calidad}$$

1.2.1.8. Factores críticos de éxito de la implementación de LM.

Según, Nguyen (2018) afirma que “Muchas compañías implementaron Lean Manufacturing, y herramientas, la mayoría de ellas se enfrentan a desafíos y dificultades”, esto significa que podría evitarse y superarse identificando el CSF de herramientas de Lean Manufacturing. A continuación, se detallará los factores críticos de éxito (CSF).

Tabla 7: Factores críticos del éxito

Factores críticos de éxito
1. Participación y compromiso de la alta dirección
2. Compromiso de la gerencia media
3. Compromiso de los empleados
4. Norma para evaluación y KPI
5. Capacitación y consultoría de LM
6. Cambio cultural
7. Comunicación efectiva
8. Recompensa / reconocimiento
9. Comprender las herramientas y técnicas
10. Vinculación a proveedores / vendedores
11. Vinculación con los clientes
12. Flexibilidad y priorización

Fuente: Basado del autor Nguyen (2018)

Los CSF son los limitados número de factores en los que los resultados satisfactorios aseguran un desempeño competitivo para la organización. Los factores de éxito son significativa para garantizar el éxito de la implantación de Lean Manufacturing.

1.2.1.9. Herramientas de soporte para el análisis de diagnóstico.

Las herramientas básicas que se utilizarán para el diagnóstico en la empresa pesquera son las siguientes: Diagrama de Ishikawa, curva de Pareto, diagrama de flujo. Según Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2017).

Diagrama Ishikawa

La aplicación del diagrama Ishikawa también llamado diagrama causa-efecto, se utilizará con el fin de distinguir la relación causa-efecto, puesto que ayudará a desarrollar la solución del problema, desde la síntoma, la causa y la solución. Asimismo, el autor Gutiérrez Pulido (2013) afirma lo siguiente:

Para la elaboración del diagrama Ishikawa se debe tener presente el método de las 6M, para concentrar las causas importantes de acuerdo con cada factor: método de trabajo, mano de obra, materiales, máquinas, medición y medio ambiente. De tal forma, las causas del problema debe estar relacionadas con cualquier de las 6M. (pág.148)

Curva de Pareto

La aplicación del diagrama de Pareto nos permite clasificar en las seis M, en relación de los problemas más significativas de la empresa. Siendo que la categoría A representa el 80% de los inconvenientes, asimismo, la categoría B con 15% de problemas y por último, la categoría C contiene el 5% de las dificultades.

Diagrama de flujo

La razón de la aplicación del diagrama de flujo en el presente trabajo de investigación es para conocer las etapas en el proceso productivo de la elaboración de harina de pescado, además permitirá hacer alguna propuesta de cambios de mejora en cualquier etapa del proceso.

Mapa del flujo de valor (VSM)

Makel y Zaduminska (2019) definen que la técnica de flujo de valor (VSM) fue introducido como un método funcional para ayudar a la práctica, asimismo, los sistemas de fabricación reorganizan según una perspectiva Lean de manera sistémica. El VSM es una herramienta de visualización que permite capturar, de manera esquemática, un flujo de valor en un determinado proceso. Como resultado, permite una rápida y clara identificación de información crítica para el mejoramiento del proceso de producción.

1.2.2. Definición de Productividad

La productividad es una medida que demuestra la eficiencia por la calidad de un producto o servicio. Asimismo, Carro y González (2012) afirman lo siguiente:

Para desarrollar o hallar la productividad se tiene que tener presente la producción obtenida que se dividirá con las cantidades de recursos utilizados para lograr el producto terminado. Asimismo, se presenta la siguiente formula:

$$productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Cantidad\ de\ recursos\ utilizados}$$

De igual manera, los autores Andrade, Del Rio y Alvear (2019) mencionan lo siguiente: que todos los recurso utilizados para lograr la producción deben de ser eficientes, de esta manera, la productividad cumplirá con las metas planteadas en la organización.

De la misma forma, Benjamin y Winston (2002) afirman lo siguiente:

La productividad, indica el uso efectivo de los recursos generales, sin implicar ninguna tecnología de producción. La productividad evalúa lo que sale del proceso de producción contra lo que son consumidos para producirlos. El crecimiento de la productividad se mide luego como un conjunto de índices sucesivos que comparan los productos con los insumos. Se puede establecer una conexión crucial entre la eficiencia técnica y la productividad:

El crecimiento de la productividad se da por la variación de eficiencia en los recursos empleados.

$$productividad = eficiencia \times calidad$$

1.2.2.1. Tipos de productividad.

Según García Criollo, (2005) define los diferentes variadas de la productividad como: productividad parcial, global, índice y tasa de variación; lo cual se especifica a continuación.

Productividad Parcial o de factores: se considera solo un recurso empleado para hallar la productividad parcial.

- Productividad del Trabajo: Producción / Recurso Trabajo
- Productividad del Capital: Producción / Recurso Capital
- Productividad de materiales: Producción / Recurso Material

Productividad Global: se determina a partir de la producción lograda entre todos los recursos empleados para obtener el producto final, cuyos recursos son: Recursos humanos, Energía, RR.HH. + materiales, capital + energía, etc.

$$Productividad = \frac{producción\ Obtenida}{Suma\ de\ todos\ los\ recursos\ utilizados}$$

Incremento de la Productividad (Tasa de Variación): para determinar la tasa de variación de la productividad, se debe tener la actual, lo cual es la productividad con que la empresa cuenta actualmente y, para obtener la productividad propuesta se debe de haber realizado una propuesta de mejora en el proceso productivo. De esta manera, se podrá hallar la tasa de variación de la productividad.

$$\Delta P = \frac{(Propuesta - Actual)}{Actual} \times 100\%$$

1.2.2.2. Dimensiones de la productividad.

Coeficiente de eficiencia

Según Montes, Montilla y Mejía (2014) afirman que el coeficiente de eficiencia evalúa la incrementación de los recursos. Además, influye en las políticas y metas de la empresa, beneficiando una mayor utilidad.

$$eficiencia = \frac{producción\ real}{capacidad\ productividad}$$

Coeficiente de eficacia

García Criollo (2005) afirma también que la eficacia implica en la obtención de los resultados esperados, cumpliendo con la programación de producción.

$$Eficacia = \frac{Producción\ obtenidas}{Acciones\ realizadas}$$

Tabla 8: Dimensiones de la productividad

Variables	Definición	Indicadores
Eficiencia	Forma en que se usan los recursos de la empresa: humano, materia prima, tecnológico, etc.	* Tiempos muertos * Desperdicio * Porcentaje de utilización de la capacidad instalada
Eficacia	Grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares, etc.	* Grado de cumplimiento de los programas de producción o de ventas. * Demoras en los tiempos de entrega

Fuente: Elaboración propia en base del autor García Criollo (2005)

De tal forma, que las dimensiones de la productividad se dan por la eficiencia y eficacia, estos miden la intensidad de la mejora de la productividad, de lo cual determinará su evolución futura.

2. Metodología empleada

2.1. Metodología de investigación

Para la definición de la metodología de investigación como: el diseño metodológico, el enfoque, alcance y método. Se basó según (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

Diseño metodológico de la investigación

La investigación presenta un diseño no experimental por la razón, que las variables independientes ya han acontecido y no es viable manipularlas, entonces, podemos decir que posee una característica transversal, puesto que, se diagnostica los datos en un momento y tiempo único.

Enfoque y alcance de la investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, puesto que se emplea mediciones numéricas con el objetivo de responder a las interrogantes que se ha planteado. Por ello, los resultados estimados mostrarán el cambio que se ha generado mediante la propuesta de implementación de las herramientas en la investigación.

Asimismo, es una investigación de alcance descriptivo, dado que se describe el paso a paso de cada fase de implementación de las herramientas y además; mide, analiza y estima los resultados a investigar.

Método de investigación

El método de investigación que se ha considerado en el presente proyecto, es primero en realizar el diagnóstico a la empresa pesquera con estos resultados se procede en realizar el análisis y; en este sentido, nos permite identificar las factores críticos. De tal manera, proponer la implementación de la herramienta SMED y TPM. Asimismo, estimar una mejora en la empresa pesquera.

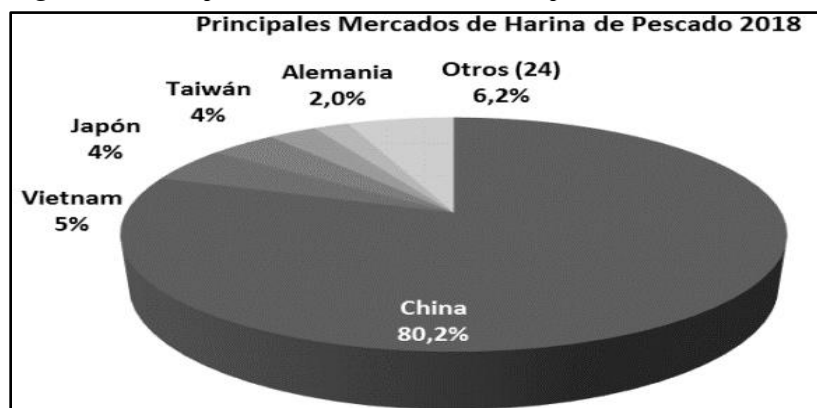
2.2. Diagnostico situacional del sector y la empresa

2.2.1. Descripción del sector

El sector pesquero es un pilar significativo para la economía, logrando un desembarque acumulado de 2060.5 mil TM. Según PRODUCE (2019) afirma que estos datos representó un avance de 82.4% del límite máximo total de captura permisible. Por ello, Perú es el mayor vendedor de harina de pescado a nivel mundial, abarcando un 30% del total.

En el rubro de productos pesqueros. PROMPERÚ (2018) afirma que “la exportación en términos de volumen ha sido de 93.4 mil TM de harina de pescado” (p.17), teniendo como mercado principal a los siguientes países, de lo cual se detalla a continuación.

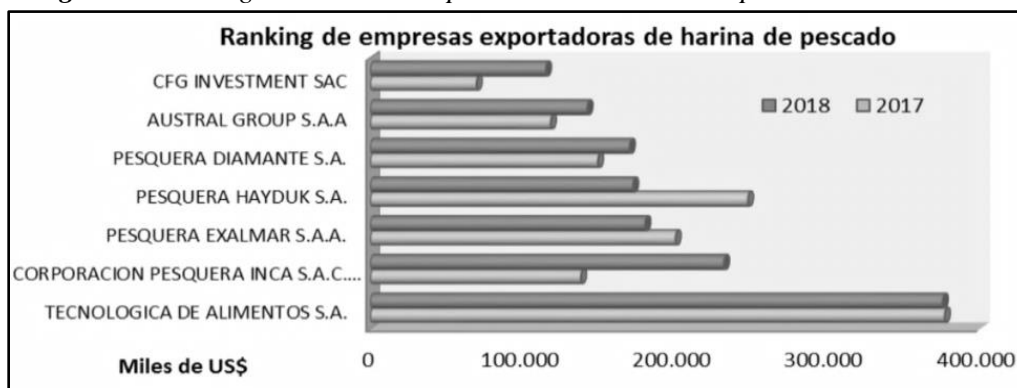
Figura 2: Principales mercados de harina de pescado 2018



Fuente: (PROMPERÚ, 2018)

Además, PRODUCE (2019) afirma que las principales empresas exportadoras son:

Figura 3: Ranking de industrias exportadoras de harina de pescado



Fuente: (PRODUCE, 2019)

En la elaboración de harina de pescado según PRODUCE (2019), detalla que han procesado un total de 69.9 mil TMB de anchoveta en enero del 2019. Además, en los últimos semestres se ha detectado una disminución de volumen de transformación en 57.9%, también en el sector pesquero el proceso de producción de harina de pescado perteneciente al consumo humano indirecto que posee un volumen de 89.4% a comparación del aceite crudo con 10.6%, ello demuestra que este producto tiene una alta demanda. A continuación, se muestra la cantidad de harina de pescado procesado según PRODUCE (2019), en TMB del periodo 2018 -2019.

Tabla 9: Producción de harina de pescado

Puerto	2018				2019		
	Tri 1	Tri 2	Tri 3	Tri 4	Tri 1	Tri 2	Var % Jul 19/18
Total	182,841.8	777,090.7	14,591.8	440,834.7	77,646.25	439,588.5	232.0
Paita	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-
Parachique	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-
Bayóvar	4,662.9	26,458.4	0.0	6,295.1	-	21,075.2	-
Chicama	56,096.1	130,204.5	0.0	92,034.7	6,556.72	110,564.4	-
Coishco	11,522.8	55,026.8	0.0	25,312.3	282.30	17,857.7	-
Chimbote	55,049.6	181,768.7	0.0	105,898.3	22,482.25	88,404.6	-
Samanco	3,186.3	10,291.6	0.0	6,465.4	1,026.00	3,893.5	-
Huarmey	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-
Supe	13,348.4	49,934.7	0.0	32,248.7	212.16	18,616.9	-
Végueta	7,583.7	41,411.6	0.0	24,840.3	254.80	14,316.2	-
Carquin	4,065.3	27,734.3	0.0	16,178.8	234.65	7,851.8	-
Huacho	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-
Chancay	4,440.5	68,602.2	0.0	29,691.6	631.42	21,654.1	-
Callao	907.8	77,272.2	835.3	36,587.6	4,622.65	41,134.8	-89.0
Tambo de Mora	0.0	41,650.6	0.0	22,152.6	412.34	26,782.3	-
Pisco	0.0	51,887.3	73.6	39,925.5	2,726.93	58,433.0	-
Atico	1,445.9	534.2	254.4	0.0	9,214.00	1,403.9	-100.0
La Planchada	2,847.9	287.0	2,737.1	1.9	6,220.62	268.7	-100.0
Matarani	2,392.7	4,602.5	3,223.0	0.0	9,039.50	1,392.2	-100.0
Mollendo	1,183.3	2,416.0	1,918.5	0.0	7,559.95	957.5	-100.0
Pacocha	6,397.2	5,620.9	3,502.9	3,202.0	6,169.96	3,609.8	-100.0
Ilo	7,711.7	1,387.4	2,047.1	0.0	-	1,372.1	-100.0

Fuente: (PRODUCE, 2019)

En síntesis, el país representa la mayor cantidad de exportación de harina de pescado, siendo China el importante consumidor con 82.2%. Además, la empresa que representa mayor exportación es Tecnología de alimentos S.A., con un ingreso de 375,501. 7 dólares durante el 2018. Por consiguiente, la empresa pesquera ha tenido una producción de 439,588.5 TMB respecto al segundo trimestre del 2019.

En la elaboración de harina de pescado, según Ghaly et al. (2013) afirma lo siguiente:

El procesamiento de harina de pescado está compuesto por varias etapas, tales como: clasificación, lavado, destripados entre otros. De esta manera, se obtiene un 30% de residuos de pescado generados por los procesos mencionados y que esto a la vez conformara la materia prima para la elaboración de harina de pescado. Además, los desechos de pescado aportan proteínas, minerales, aceite y colágeno, con la finalidad de que el producto sea altamente nutritivo y del mismo modo de calidad.

De esta manera, tener una producción eficaz es indispensable para cada organización, puesto que depende de ello la empresa será competitiva. Asimismo, Ghaly et al. (2013) menciona lo siguiente.

La elaboración de harina de pescado, presentan diferentes etapas de procesamiento, de las cuales los principales procesos son: cocción, prensado, secado y molienda. Por consiguiente, la harina de pescado será distribuido a diferentes mercados, para que finalmente sirva como alimento para algunos animales domésticos. (pág. 3)

2.2.2. Estado de situación actual de la empresa

La empresa pesquera cuenta con 32 embarcaciones de acero naval, en los últimos 13 años la producción ha ido incrementándose, dado que en “el año 2011 fue el máximo histórico y se llegó alcanzar 219.9 mil TM” (Empresa pesquera, 2018, pág. 48), a diferencia de ello, en los últimos años se ha elevado en un 22%”. La empresa produce dos tipos de harina de pescado a y b (superprime y prime). Así mismo, se detallada la capacidad de producción que tiene cada una de las plantas procesadoras de la empresa pesquera:

Tabla 10: Capacidad de producción de las plantas

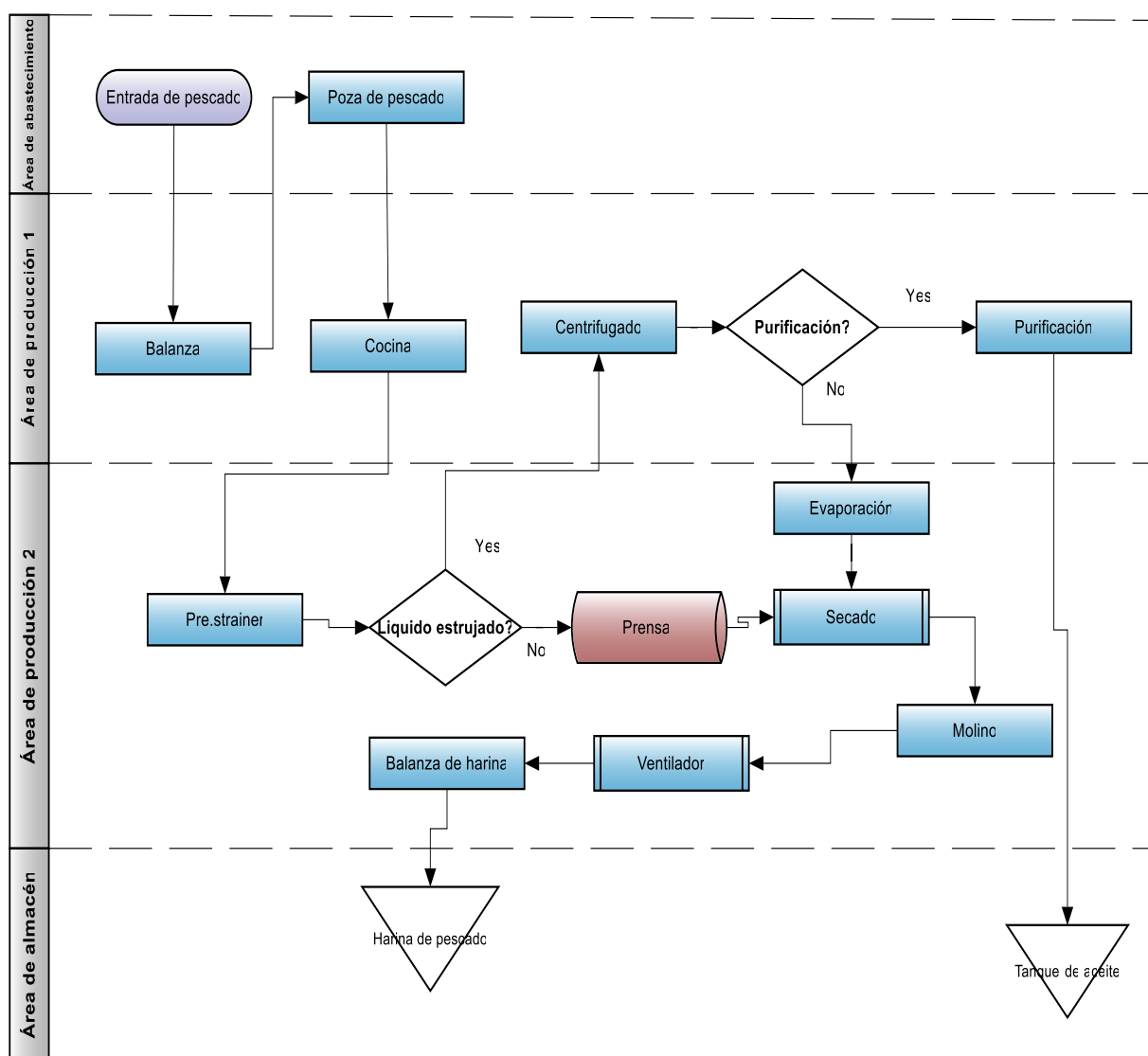
Planta	Materia Prima (TM)	Harina (TM)	Aceite crudo	Aceite PMA
Malabrigo	228,527	53,082	8,714	1,531
Supe	198,853	46,991	5,790	549
Callao	155,035	36,037	4,691	693
Pisco	73,801	17,905	1,775	174
Mollendo	23,747	5,567	373	7
TOTAL	679,962	159,581	21,343	2,954

Fuente: Elaboración propia en base a la información de la empresa pesquera

Proceso de elaboración del producto

El proceso de elaboración de harina de pescado se basa principalmente en separar de la materia prima: agua, aceite y el sólido. Con el fin de obtener un producto adecuado y el método más usado para la obtención del producto en la industria pesquera es el “Prensado húmedo”, del cual sus principales procesos consisten en: cocción, prensado de la materia prima, secado y molido, a continuación se detalla en la siguiente figura:

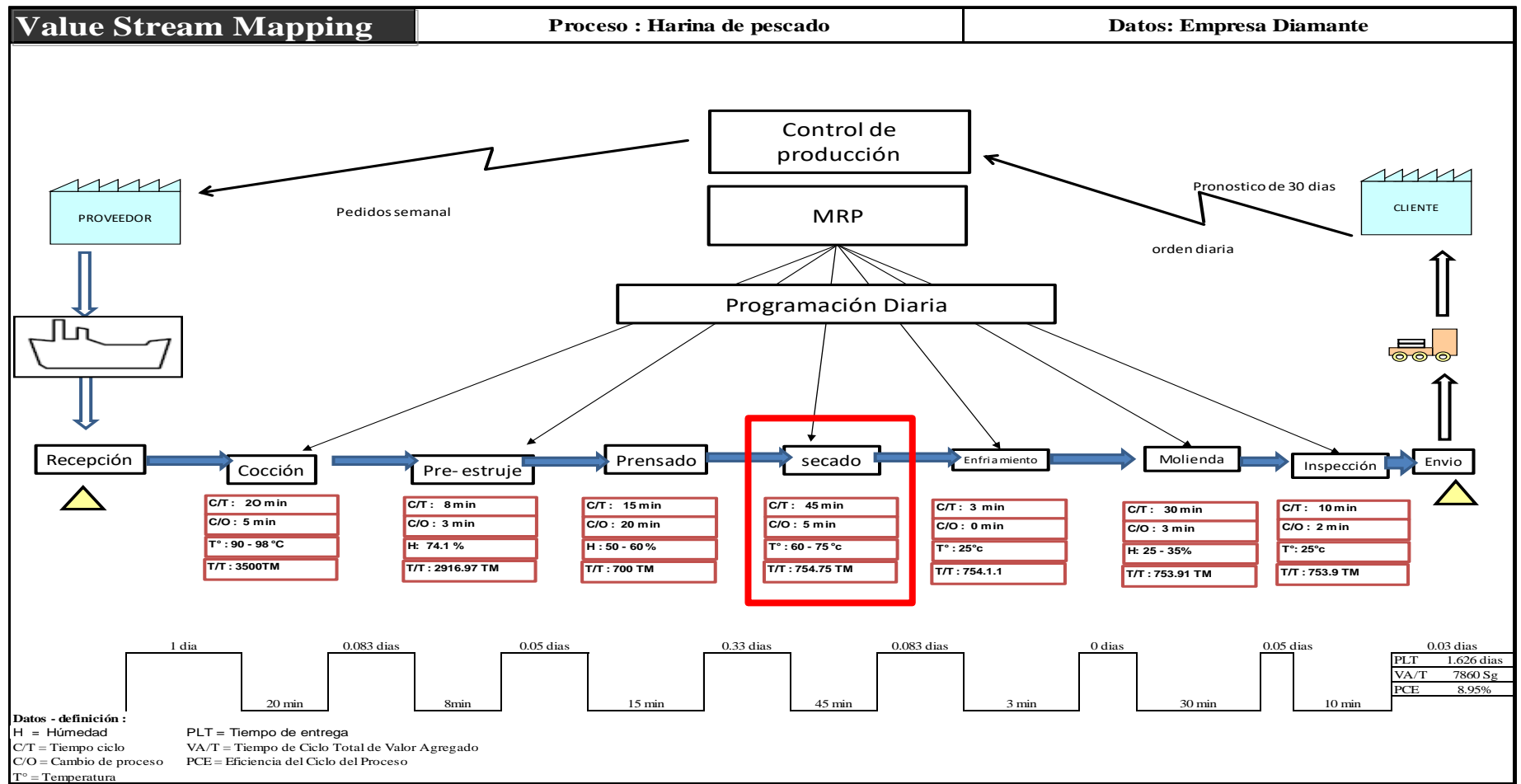
Figura 4: Diagrama de proceso



Fuente: Elaboración propia en base de la información obtenida de la empresa pesquera

Como se muestra en el diagrama de procesos, se cuenta con tres áreas principales como el área de abastecimiento, producción y almacenamiento. Donde la principal área se encuentra en la producción 2, por ende, el presente proyecto de investigación se orientará en dar propuestas de solución en el proceso de secado.

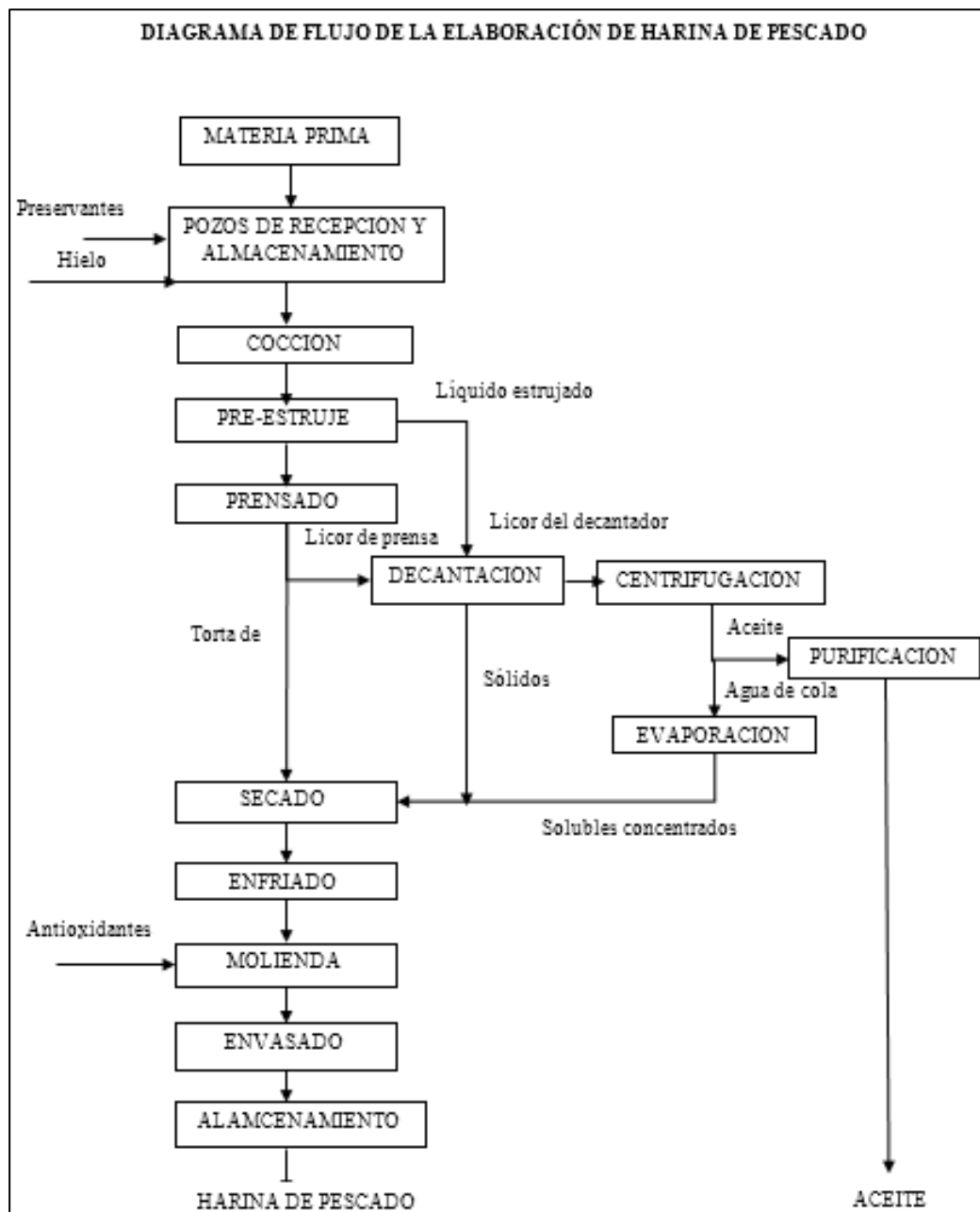
Figura 5: Mapeo del flujo de valor actual



Fuente: Elaboración propia en base de la información obtenida de la empresa pesquera

En síntesis, actualmente la empresa tiene una eficiencia del ciclo de proceso de 8.95% con un tiempo de ciclo total de valor agregado en segundos de 7860 y finalmente, el tiempo de entrega en días es de 1.626 días. Respecto a los tiempos de cambio de proceso la cocción y el secado presentan mayor tiempo con 6 minutos cada uno. De esta manera, se detalla el diagrama de flujo de harina de pescado, lo cual ayudará a identificar las actividades críticas.

Figura 6: Diagrama de flujo



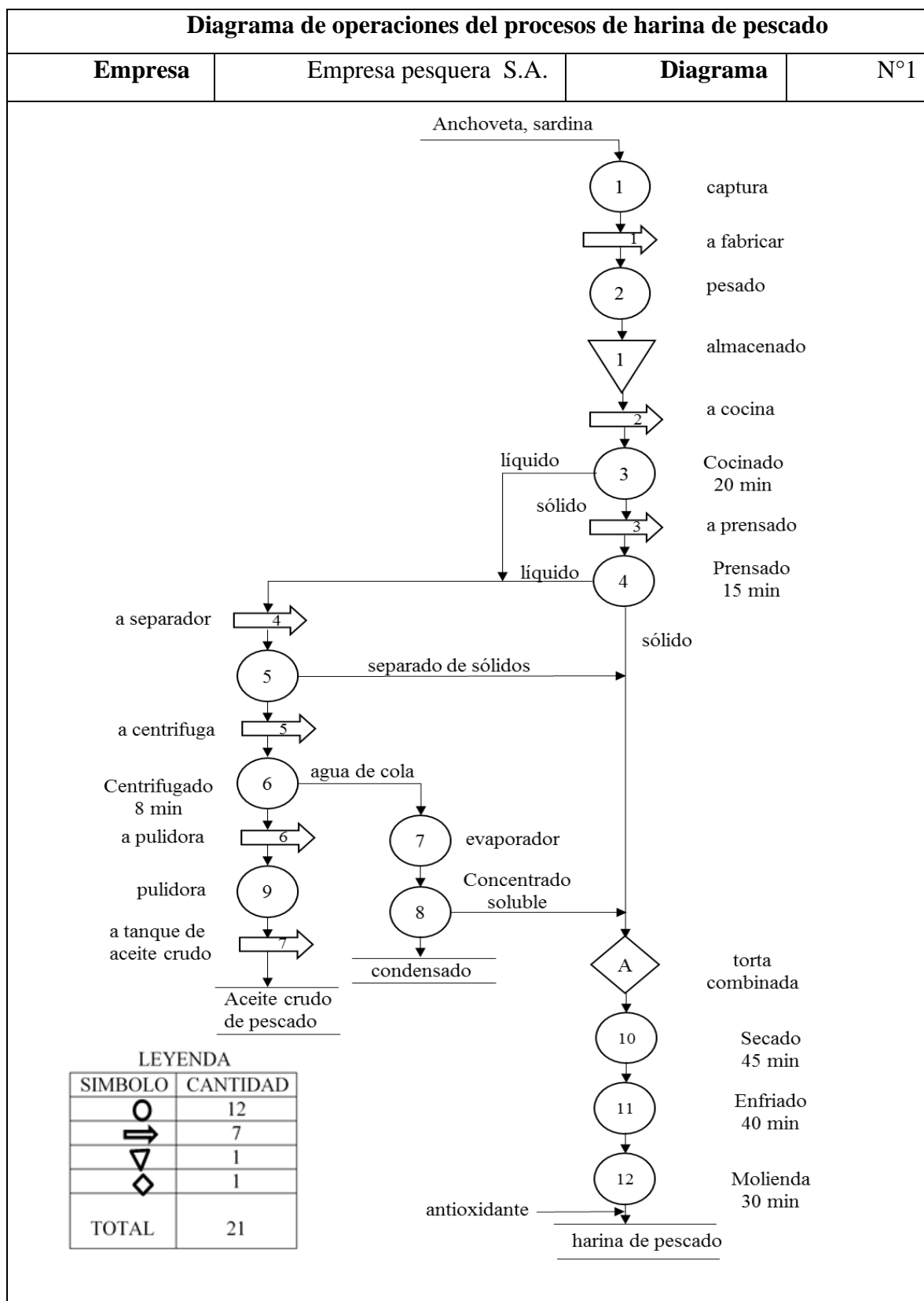
Fuente: Basado del autor Silva (2011)

En el flujo grama se representa las diversas etapas del proceso productivo de la elaboración de harina de pescado; asimismo, se detectó que en la etapa de prensado sale el licor de prensa al proceso de decantación; obteniendo licor de decantador que posteriormente se procesara para luego obtener solubles concentrados que finalmente pasara al proceso de secado incrementado su valor de nutrición para el producto final. Por otro lado, con el diagrama de operaciones se muestra los procesos que se encuentran en el área de producción. Por consiguiente, Silva (2011) manifiesta que en el proceso productivo de harina de pescado presentan los principales procesos tales como: cocción, pre- estruje, prensado, secado, enfriamiento y molienda.

2.3. Análisis de los resultados del diagnóstico

En esta parte del trabajo se analizará a las herramientas de soporte que ha ayudado a diagnosticar a la empresa pesquera, permitiendo identificar las actividades críticas y de esta manera proponer posibles soluciones. La siguiente figura se muestra el DOP de harina de pescado.

Figura 7: Diagrama de operaciones del procesos de harina de pescado



Fuente: Elaboración propia a base de la información obtenida por el autor Kleeberg y Nieto (2018)

En síntesis, con el diagrama de operaciones de los procesos se ha diagnosticado la actividad crítica que viene a ser el proceso de secado con un tiempo de demora de 45 minutos. A continuación, con el diagrama causa – efecto se realiza un análisis de los diferentes problemas que se encuentran en la organización.

Para continuar, se detalla el cálculo obtenido mediante una visita técnica realizado por Moreno (2013).

Tabla 11: Registro de fallas por áreas

Registro de fallas por Áreas		
Áreas	Cantidad	%
Área de recepción	14	22.22
Área de producción	18	28.57
Área de inspección	15	23.81
Área de almacenamiento	16	25.40
TOTAL	63	100

Fuente: Elaboración propia a base de la información obtenida por

(Moreno, 2013)

El registro de fallas por áreas muestra que existen problemas en mayor porcentaje en el área de producción, para ello se procede a identificar las causas posibles.

Tabla 12: Porcentaje de problemas según categoría

% de problemas según categoría (producción)		
Factores	Cantidad	%
Máquinas	15	34.09
Mano de obra	8	18.18
Medición	14	31.82
Materiales	7	15.91
TOTAL	44	100

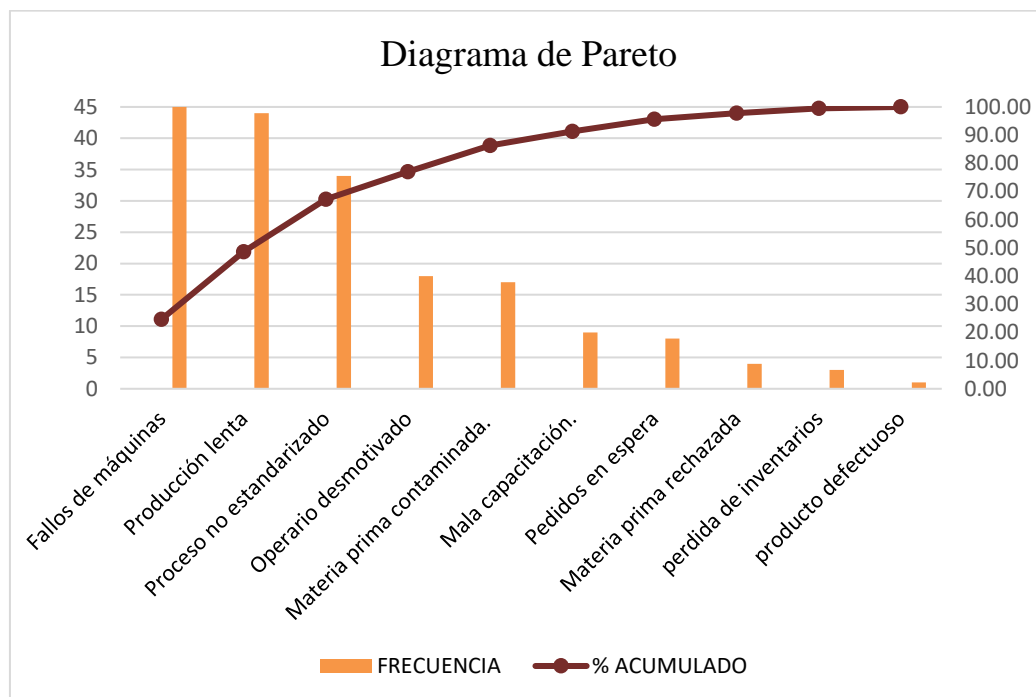
Fuente: Elaboración propia a base de la información obtenida por (Moreno, 2013)

El mayor porcentaje de problemas respecto a los factores de 6M se encuentra en las máquinas con 34.09% y medición con 31.82%. Para ello, se procede a identificar la cantidad de las causas ocurridas y analizar la relevancia según categoría mediante el diagrama de Pareto.

Tabla 13: Cálculo del diagrama de Pareto

CAUSAS	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	%	% ACUMULADO	CATEGORÍA
Causa 1	Fallos de máquinas	45	24.59	24.59	A
Causa 2	Producción lenta	44	24.04	48.63	
Causa 3	Proceso no estandarizado	34	18.58	67.21	
Causa 4	Operario desmotivado	18	9.84	77.05	
Causa 5	Materia prima contaminada.	17	9.29	86.34	B
Causa 6	Mala capacitación.	9	4.92	91.26	
Causa 7	Pedidos en espera	8	4.37	95.63	C
Causa 8	Materia prima rechazada	4	2.19	97.81	
Causa 9	perdida de inventarios	3	1.64	99.45	
Causa 10	producto defectuoso	1	0.55	100.00	
TOTAL		183	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, las causas principales son: fallas de máquinas, producción lenta y proceso no estandarizado. De esta manera, se realiza la búsqueda de las causas primarias como se muestra en el siguiente gráfico:

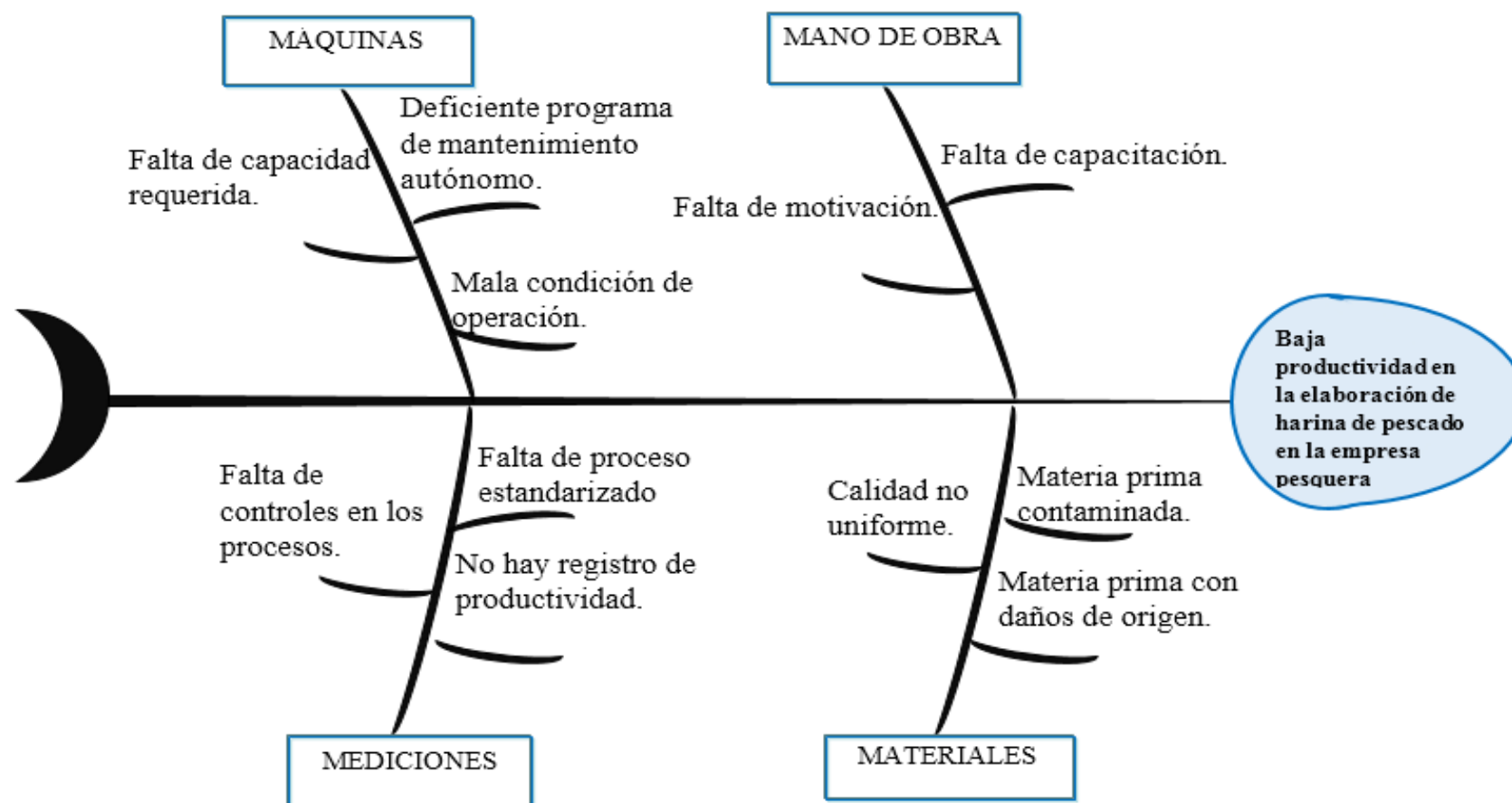
Tabla 15: Causas primarias

Nº	EFEECTO	CATEGORÍA	CAUSAS PRIMARIAS
1	Baja productividad en el área de producción	Máquina	Mal programa de mantenimiento autónomo. Mala condición de operación. Falta de capacidad requerida.
2		Mano de obra	Falta de capacitación. Falta de motivación
3		Medición	No hay registro de productividad. Falta de proceso estandarizado Falta de controles en los procesos.
4		Materiales	Calidad no uniforme. Materia prima con daños de origen. Materia prima contaminada.

Fuente: Elaboración propia

En base a la anterior tabla, el efecto que generan los problemas hallados es la baja productividad en el área de producción. Por consiguiente, con los datos conseguidos se realizar el diagrama de Ishikawa, de las cuales se detallan los cuatros primordiales factores que se analizarán en el presente trabajo de investigación, lo cuales son: Mano de obra, máquina, materiales y mediciones; donde el problema general del diagrama es la baja productividad en la elaboración de harina de pescado en la empresa pesquera.

Figura 8: Diagrama de Causa - Efecto



Fuente: Elaboración propia

Matriz de prioridades

En la matriz de prioridades se presenta las causas más impactantes, de los cuales, serán evaluados según los factores de interés y se evaluarán cada una de ellas; en la tabla siguiente se detalla el desarrollo de la matriz.

Tabla 16: Matriz de prioridades

Causas	Factores de interés	Magnitud ¿Cuántas áreas de la organización son afectadas?	Gravedad ¿Cuánto afecta al área de producción?	Capacidad ¿Qué posibilidades de solución tenemos?	Beneficios ¿Cuánto nos beneficia su solución?	TOTAL
	Peso	1	3	5	3	
A	Falta de capacitación	7	2	1	1	11
B	Falta de motivación	5	1	1	1	8
C	Mala condición de operación	8	8	1	3	20
D	Deficiente prog. de mant. autónomo	25	25	25	22	97
E	Falta de capacitación requerida	5	7	4	2	18
F	Falta de controles en el proceso	25	25	25	23	98
G	No hay registro de productividad	2	1	1	1	5
H	Falta de proceso estandarizado	11	20	15	18	64
I	Calidad no uniforme	4	12	1	10	27
K	Materia prima con daños de origen	11	13	1	1	26
L	Materia prima contaminada	8	25	1	3	37

Fuente: Elaboración propia

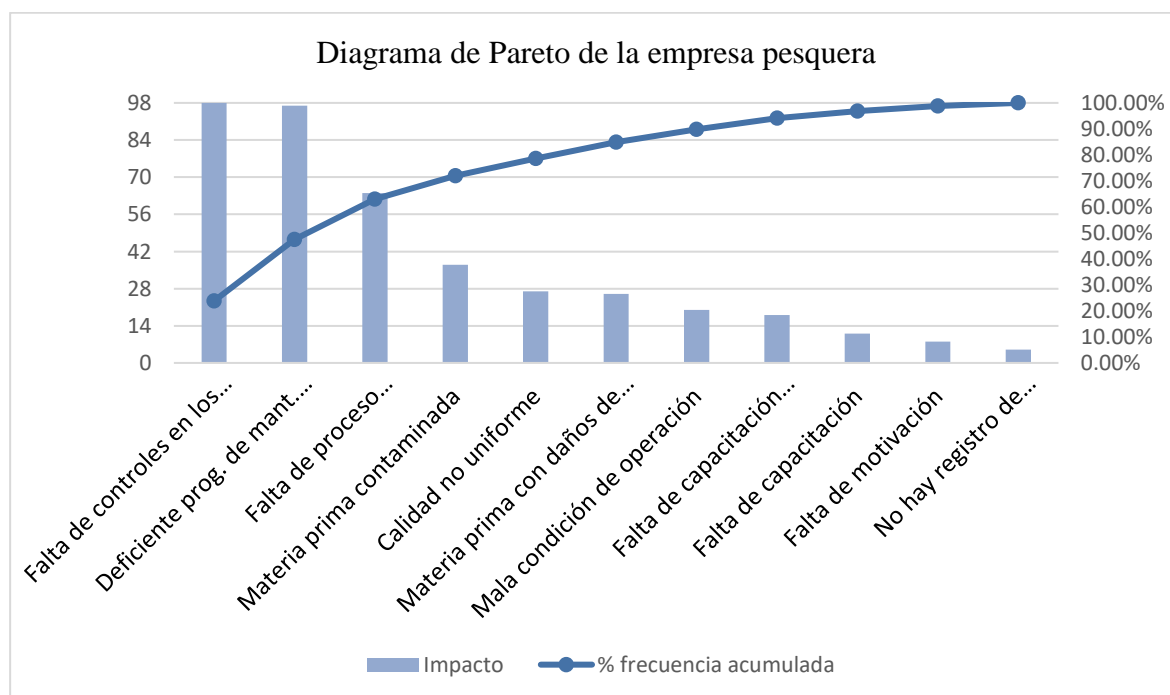
En síntesis, los problemas de alto puntaje según los resultados de la matriz de prioridades son las siguientes: deficiente programa de mantenimiento autónomo y falta de control en el proceso; de lo cual, tienen una mayor priorización, de un total de 97 y 98 respectivamente. Por consiguiente, se procede a diagnosticar los niveles de importancia bajo el diagrama de Pareto.

Tabla 17: Cálculo para el Diagrama de Pareto

Causas	Causas identificadas	Impacto	% frecuencia acumulada	Categoría
F	Falta de controles en los procesos.	98	23.84%	A
D	Deficiente prog. de mant. Autónomo	97	47.45%	
H	Falta de proceso estandarizado	64	63.02%	
L	Materia prima contaminada	37	72.02%	B
I	Calidad no uniforme	27	78.59%	
K	Materia prima con daños de origen	26	84.91%	
C	Mala condición de operación	20	89.78%	C
E	Falta de capacitación requerida	18	94.16%	
A	Falta de capacitación	11	96.84%	
B	Falta de motivación	8	98.78%	
G	No hay registro de productividad.	5	100.00%	
TOTAL		411		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

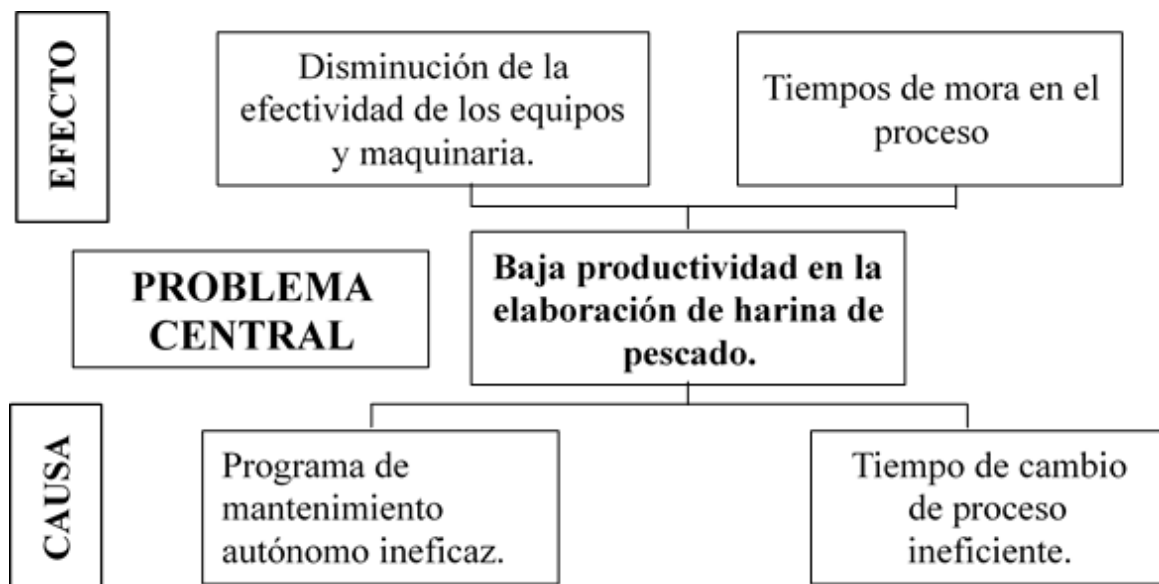
En el diagnóstico realizado se muestra los problemas según su categoría A, B y C, priorizando los factores más críticos; para ello, en el presente proyecto de investigación se buscará dar una solución a los problemas de mayor escala específicamente a la categoría A.

Basado en Moreno (2013) afirma lo siguiente:

La empresa pesquera posee 5 plantas industriales ubicadas a lo largo de la costa peruana: en Malabrigo, Supe, Callao, Pisco y Mollendo. De esta manera, la empresa desarrolla principalmente tres procesos de los cuales resultan diferentes productos: harina de pescado, congelado y conservas. (p.17)

Las problemáticas que existe respecto a la planta del Callao se encuentran como principal la demora de fabricación de harina de pescado generadas por un programa de mantenimiento ineficaz en el equipo y falta de control en el proceso, generando excesivo desperdicio. De esta manera, se realiza un análisis con el diagrama de árbol Causa - Efecto, para elegir las herramientas más adecuadas que se utilizarán para las posibles soluciones de los problemas.

Figura 9: Diagrama de árbol Causa – Efecto



Fuente: *Elaboración propia*

En resumen, los tiempos improductivos en la elaboración de harina de pescado tienen como causa principal: ineficiente programa de mantenimiento autónomo de las máquinas y tiempo de cambio de proceso lento, trayendo consigo la disminución de efectividad de las máquinas.

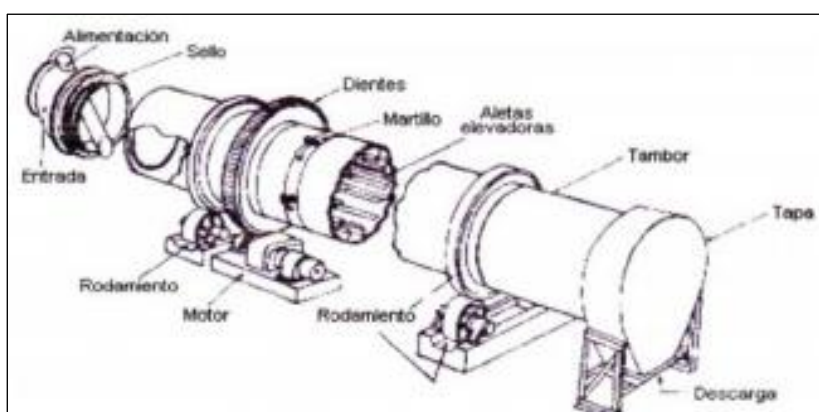
2.3. Diseño de la propuesta de mejora

2.3.1. Procedimiento de aplicación del SMED

Secador rotativo

Un secador rotativo viene hacer un equipo de transferencia de calor hacia el sólido que se encuentra dentro de ella, que en este caso vendría hacer la harina de pescado. Además, el equipo tendrá la función principal de disminuir la humedad de la torta de pensado a consecuencia de ello, el transporte y empaquetado será más manejable y seguro. Así mismo, otra de las funciones que cumplirá el secador rotativo es trasladar la harina de pescado del prensado al secador general.

Figura 10: Secador rotativo



Fuente: Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda área de tecnología

A continuación, se muestra las características del secador rotatorio:

Tabla 19: Características secador rotatorio

Características del secador rotativo	
Carcasa cilíndrica	0.6 a 2m diámetro
longitud	2 a 20m
Capacidad evaporativa	1000 y 6000 BTU/h.pie ³
Ocupación del solido	5 al 15%
Velocidad del gas	1.7 a 3.4 m/s
Tiempo de retención del solido	5 minutos a 2h
Temperatura	Adiabática
producción	2-2,25 Tm/m ² h

Fuente: Elaboración propia

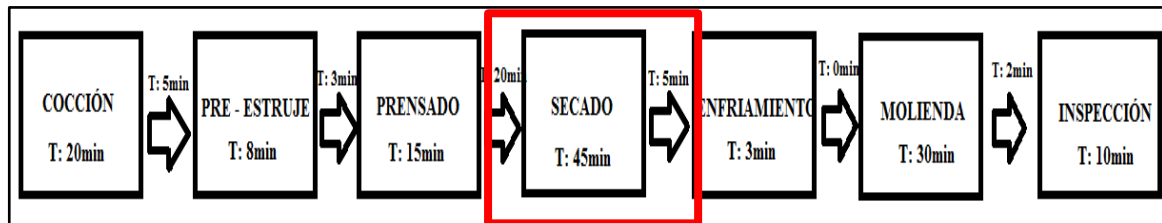
Actividades internas y externas

Según la teoría mencionada para determinar las actividades interna y externa se debe realizar una visualización de todo el proceso, haciendo uso de fotografías y grabaciones de videos para identificar las actividades o preparaciones que se realizan al inicio de cada proceso, en este caso el sistema de SMED se implementará según las ideas del autor Shigeo Shingo.

Fase preliminar

En esta fase analizaremos el tiempo de los procesos en el VSM actual como se muestra en la siguiente figura:

Figura 11: Proceso de elaboración de harina de pescado



Fuente: Elaboración propia

Analizando los tiempos de cada actividad se muestra que el proceso de secado es la actividad crítica, por lo cual, tiene una duración de 45 minutos esto genera tiempos muertos en el proceso de enfriamiento, molienda e inspección.

Primera etapa del SMED

En la presente etapa se clasificaran las actividades internas y externas correspondientes al proceso de secado. Así mismo, identificar las actividades básicas de producción; como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 20: Actividades internas y externas

ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS								
Nombre de encargado								
Área		Producción						
Empresa		Empresa pesquera						
N°	Actividades	Tiempo total (minutos)	Operación		Tiempo		Operario	Observación
			Interna	Externa	Interna	Externa		
1	Inspección del secador general	2	X		2		1	
2	Calibrar el manómetro	3	X		3		1	
3	Lubricación de las maquinas	20	X		20		1	
4	Control de la presión y temperatura de las maquinas	1		X		1	1	
5	Muestreo del producto en proceso	5			X	5	1	
6	Medición de la temperatura	1		X		1	1	
7	Secado del producto en proceso	45	X	X	15	30	1	

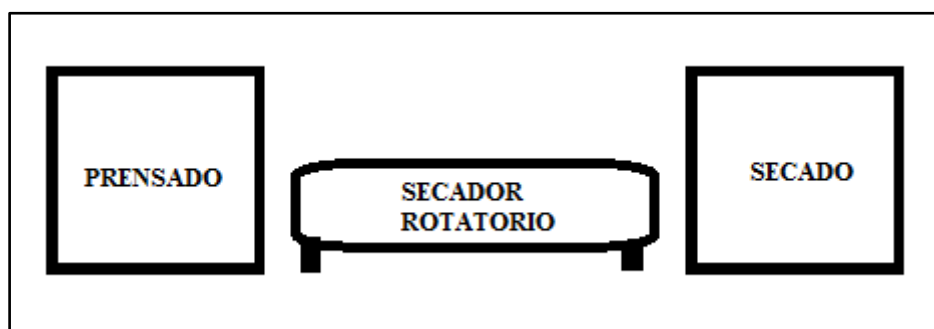
Fuente: Basado en el autor Cruz (2011)

En síntesis, la actividad que presenta mayor tiempo es el secado de la torta de prensado con 45 minutos de duración y que pertenece a la operación interna y externas, vale aclarar que esta actividad se encuentra en ambas operaciones puesto que, generan paradas de otros procesos y actividades que estén relacionadas en la elaboración del producto.

Segunda etapa del SMED

Esta etapa se considera la más importante debido que en ella se implementaran las mejoras que reduzcan los tiempos obtenidos en la primera etapa. El objetivo es convertir las actividades internas en externas, es decir, se debe realizar las actividades correspondientes sin que se detengan las máquinas y de esta manera seguir produciendo. Habiendo obtenido que la actividad o proceso de secado presenta mayor demora, se propone implementar un secador rotatorio que cumpla la función de preparar el producto en proceso antes de llegar al proceso de secado como se presenta en la siguiente figura:

***Figura 12:** Implementación del secador rotatorio*



Fuente: Elaboración propia

Con esta implementación se busca convertir la actividad interna de secado en una operación externa, es decir cuando el proceso de prensado culmine y llegue el momento de trasladar el producto, primero pasará por el secador rotatorio cuya función será elevar la temperatura hasta 45°C aproximadamente. La actividad de cambio de proceso actualmente tiene una duración de 8 minutos y con la implementación del secador rotatorio esta fase no variará. El objetivo principal del secador rotatorio es mitigar el tiempo que se necesita en el proceso de secado.

Actualmente, la torta de prensado llegará con 30°C de temperatura y teniendo una demora de 45 minutos en el secador general, lo que se requiere es que la temperatura inicial

a este proceso sea más elevado y de esa manera el tiempo se reduzca en el calentamiento. Por ello, el secador rotatorio tendrá la función de elevar la temperatura hasta 45°C reduciendo el tiempo general a 35 minutos. Así mismo, el secador rotatorio cumplirá los siguientes beneficios:

- Aumento de la producción
- Control de la calidad de la torta de prensado
- Facilidad de muestreo

En síntesis, la actividad de secado será netamente externa mitigando el tiempo de calentamiento como se detalla en el siguiente formato:

Tabla 21: Análisis actividades internas y externas

ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS								
NOMBRE DEL ENCARGADO								
ÁREA		Producción						
EMPRESA		-						
Nº	Actividades	Tiempo total (minutos)	Operación		Tiempo		Operario	Observación
			Interna	Externa	Interna	Externa		
1	Inspección del secador general	2	X		2		1	
2	Calibrar el manómetro	3	X		3		1	
3	Lubricación de las maquinas	20	X		20		1	
4	Control de la presión y temperatura de las maquinas	1		X		1	1	
5	Muestreo del producto en proceso	5			X	5	1	
6	Medición de la temperatura	1		X		1	1	
7	Secado del producto en proceso	30		X		30	1	

Fuente: Basado en el autor Cruz (2011)

Tercera etapa del SMED

En esta etapa se realizará el análisis del nuevo proceso con la finalidad de mejorar las nuevas actividades ya sean internas y externas, así lo determina el creador del SMED Shigeo Shingo, para ello se asignará a un equipo de análisis con la finalidad de calibrar las capacidades de producción y analizar las áreas involucradas en el proceso.

2.3.1.1. Resultado actual y propuesta del SMED.

La finalidad de la implementación del SMED es reducir los tiempos de preparación. En seguida se presenta los resultados propuesto en el proceso de secado.

Tabla 22: Propuesta de SMED

Proceso de secado	
tiempo actual	tiempo propuesto
45minutos	30minutos

Fuente: Elaboración propia

El resultado propuesto en el proceso de secado es de 30minutos reduciendo en 15 minutos el tiempo actual. Así mismo, estos cambios aumentarán la producción de elaboración de harina de pescado y disminuirá el tiempo ciclo; como se detalla en la tabla 23:

Tabla 23: Tiempo ciclo de la elaboración de harina de pescado

Tiempo total de la elaboración de harina de pescado		
Proceso	Actual (minutos)	Propuesto (minutos)
Cocción	20	20
Pre-estruje	8	8
Prensado	15	15
Secado	45	30
Enfriamiento	3	3
Molienda	30	30
Inspección	10	10
Tiempo ciclo total	131	116

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, los tiempos de cambio de proceso incluyendo el secador rotatorio tendrán los siguientes resultados:

Tabla 24: *Tiempo de cambio de proceso*

Tiempo total de cambio de proceso		
Proceso	Actual (minutos)	Propuesto (minutos)
Cocción	5	5
Pre-estruje	3	3
Prensado (secador rotatorio)	20	20
Secado	5	5
Enfriamiento	0	0
Molienda	3	3
Inspección	2	2
Tiempo total	38	38

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los tiempos de cambio de proceso propuesto incluyendo al secador rotatorio no se tendrá ninguna variación, puesto que el proceso de preparación de la torta de prensa se realizará cuando se esté ejecutando a la vez la transportación al secador general. Por consiguiente, al disminuir el tiempo crítico del proceso a 30 minutos la producción aumentará como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 25: *Capacidad de producción propuesta*

Proceso	Producción Actual (TM/minutos)	Producción Propuesta (TM/minutos)
Cocción	175	175
Pre-estruje	364.62	364.62
Prensado	46.67	46.67
Secado	16.77	25.16
Enfriamiento	251.37	251.37
Molienda	25.13	25.13
Inspección	75.39	75.39
Producción total	954.95	963.34

Fuente: Elaboración propia

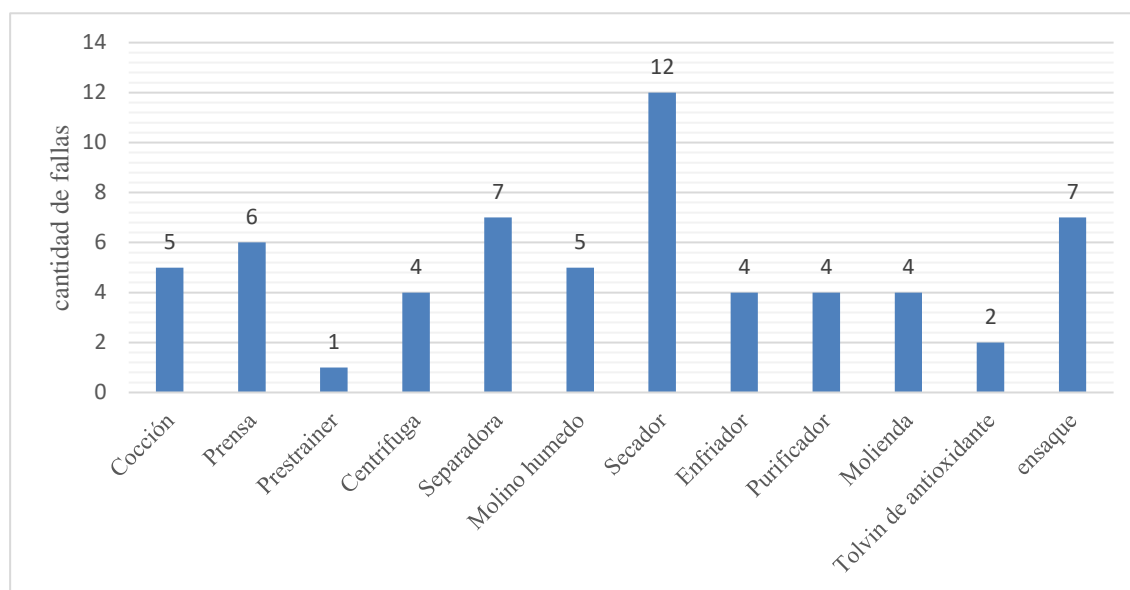
En síntesis, tras la implementación del SMED, la producción tendrá un aumento de 8.39 TM/minutos. Por consiguiente, la implementación del SMED en el proceso productivo de elaboración de harina de pescado se estimará un aumento de la producción con menor tiempo de fabricación.

2.3.2. Procedimiento de aplicación del TPM e instrumento

Evaluación actual del sistema de mantenimiento

En primer lugar, se realizará un análisis de las máquinas, a través del check list, de lo cual, se ha conseguido el número de fallas. De esta manera, se diagnostica el sistema de mantenimiento actual de la empresa pesquera.

Figura 13: Cantidad de fallas en las máquinas del proceso de harina de pescado



Fuente: Basado de los autores Obeso, Yaya y Chucuya (2019)

En base a la figura, se analiza que el secador presenta el mayor número de fallas con una frecuencia de 12 fallas/año, debido a la exposición del trabajo y como consecuencia, que las reparaciones en dicha máquina se requieren más tiempo, es por ello, que se realizará un mantenimiento autónomo al secador.

Tabla 26: Resumen del resultado del check list

Equipos	Porcentaje	Nivel
Cocción	8%	Aceptable
Prensa	10%	Deficiente
Prestrainer	2%	Aceptable
Centrífuga	7%	Aceptable
Separadora	11%	Deficiente
Molino húmedo	8%	Aceptable
Secador	20%	Malo
Enfriador	7%	Aceptable
Purificador	7%	Aceptable
Molienda	7%	Aceptable
Tolvin de		
antioxidante	3%	Aceptable
ensaque	11%	Deficiente

Fuente: Basado de los autores Obeso, Yaya y Chucuya (2019)

En la tabla 26, se puede observar que el subproceso de secado de la elaboración del proceso de harina de pescado representa el 20% de las fallas, esto se debe a un deficiente mantenimiento a la máquina y también la falta de orden en el espacio reducido para el respectivo trabajo que complica realizar la limpieza, lubricación e inspección del secador.

Propuesta de implementación del mantenimiento productivo total

Para una exitosa implementación del TPM se debe realizar las dos fases, de esta manera, se logrará un incremento de la efectividad de los equipos, mejora la calidad, aprovechamiento del recurso humano y disminución de tiempos muertos. A continuación se muestra la tabla de la estimación del OEE.

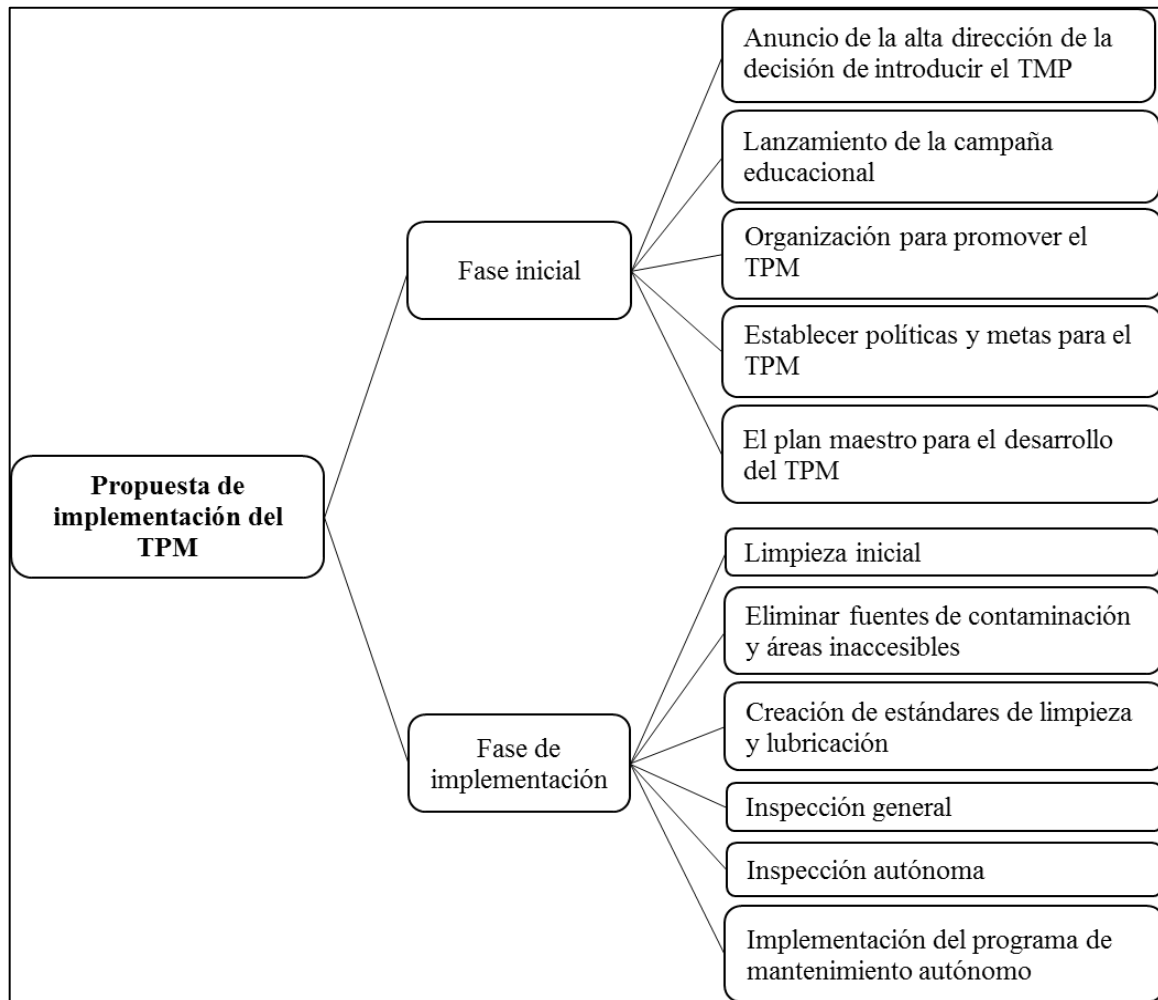
Tabla 27: Resultado del índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) actual

Elementos		Índice
Horas productivas 6.3	Horas disponibles 7.5	Índice de Disponibilidad 84.00%
Producción Diseñada 36,037	Capacidad producida 47,279.14	Índice de Rendimiento 76.22%
Producción Buena 18,120	Producción Diseñada 36,037	Índice de Calidad 50.28%
OEE		32.19%

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, se estableció un OEE actual de la empresa pesquera de 32.19%, lo que resulta que los equipos perdieron el 67.81% de la eficiencia global de los equipos. Además se producen importantes pérdidas económicas, lo que representa una competitividad baja.

Figura 14: Propuesta de implementación del TPM



Fuente: Elaboración propia

2.3.2.1. Fase inicial.

Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM

Para esta primera fase de la metodología se debe llevar a cabo las sesiones con la alta dirección. Con el fin, de dar a conocer la implantación de la herramienta, donde se presenta el cronograma para la aplicación del TPM. En dicha reunión debe estar presente: el jefe de producción, gerente de operaciones y el jefe de calidad, asimismo, se detalla la fecha de inicio y final del plan piloto, también, los cinco pasos prácticos para comenzar a implementar.

Tabla 28: Cronograma de reuniones

Planificación del comité directivo																	
Reuniones/fechas	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17
Comité Directivo	Lunes de 8:00 a 10:00 am					Lunes de 8:00 a 10:00 am					Lunes de 8:00 a 10:00 am					Lunes de 8:00 a 10:00 am	
Cómite de pilotaje y aplicación	Martes de 8:00 a 10:00 am		Martes de 8:00 a 10:00 am		Martes de 8:00 a 10:00 am		Martes de 8:00 a 10:00 am		Martes de 8:00 a 10:00 am		Martes de 8:00 a 10:00 am		Martes de 8:00 a 10:00 am		Martes de 8:00 a 10:00 am		Martes de 8:00 a 10:00 am
Jefe de Dpto con Jefes de proyectos	Miércoles de 8:00 a 10:00 am		Miércoles de 8:00 a 10:00 am		Miércoles de 8:00 a 10:00 am		Miércoles de 8:00 a 10:00 am		Miércoles de 8:00 a 10:00 am		Miércoles de 8:00 a 10:00 am		Miércoles de 8:00 a 10:00 am		Miércoles de 8:00 a 10:00 am		Miércoles de 8:00 a 10:00 am
Jefes de proyectos de área y jefes de unidad	Todos los semanas para el control de las acciones de auditoria, mantenimiento y formación: Jueves 17:00 a 18:00																
Jefes de unidad técnica y los operarios	Todos los semanas para tratar los ordenes de trabajo de TPM (Dependiendo de la disponibilidad: duración 2 horas)																

Fuente: Elaboración propia

El cronograma de la reuniones, deben ser cumplidas por todo el nivel estratégico con el fin de lograr la implementación del TPM.

Lanzamiento de campaña educativa

Las capacitaciones se llevará dos veces al día de 10 minutos cada una, durante una semana, de lo cual se realizara al inicio y al terminar las labores. La evaluación de la charla determinará el impacto positivo antes y durante la ejecución de la herramienta.

Organización para promover el TPM

En esta fase se asigna responsabilidades a cada trabajador en la línea de producción de harina de pescado, dentro de ellos: el técnico eléctrico será quien dirija el plan, el especialista en mecánica se encargará de la ejecución del análisis interno de las piezas, los operarios de la línea estarán encargados de los equipos y máquinas en las que operan y sus responsabilidades serán, de limpieza, lubricación e inspección, de tal manera que el operario tome concientización acerca del proyecto.

Establecer políticas y metas para el TPM

El grupo debe constituir las políticas y metas para tener presente en el transcurso de la implementación de la herramienta; las políticas estarán sujeto según que se vayan efectuándose y, de esta forma, mejorar las metas planteadas. Asimismo, las políticas indicarán de qué manera se debe actuar en relación a los trabajos de desarrollo del mantenimiento productivo total. Además, la ubicación de la política estará situado en un lugar abierto para cualquier duda de parte de los colaboradores de la empresa.

Tabla 29: Metas para la nueva herramienta

Metas	Indicadores	Frecuencia	Mejora
Productividad	general de las máquinas	Semestral	Incrementar 5% - 10%
	reparaciones de máquina	Anual	Disminuir 20% - 17%
	Disponibilidad de los equipos	Mensual	Incrementar 5% -8%
Calidad	Paradas de máquina	Anual	Disminuir 15% - 12%
	Tiempo entre fallos	Mensual	Disminuir 15% - 12%
	Mantenimiento correctivo	Anual	Disminuir 30% - 25%
	Tasa de reproceso	Mensual	Disminuir 20% - 17%
Costo	Costo operativo	Anual	Disminuir 12% - 10%
	Tasa de costos de mant.	Anual	Disminuir 8% - 5%
Entrega	Cumplimiento del mant preventivo	Anual	Incrementar 15% - 20%
	Tasa de entrega a tiempo	Trimestral	Incrementar 7% - 20%
	Cumplimiento del mant autónomo	Anual	Incrementar 30% - 35%

Fuente: Basado de los autores Enríquez y Márquez (2019)

El plan maestro para el desarrollo del TPM

En esta fase se realiza un plan maestro detallando los objetivos, metas y acciones, lo cual se hablará en las sesiones y de esta forma establecer posibles alternativas de mejora. Donde el objetivo principal es establecer la mejora de confianza con los operadores, para que tomen decisiones propias, de esta manera, que puedan descubrir fallas con mayor habilidad y minimizar reproceso e incrementar la productividad. Y el plan es el desarrollo de un

conjunto de pasos para la limpieza, lubricación. Todo esto basado en el mantenimiento autónomo.

2.3.2.2. *Fase de implementación.*

El primer paso: Limpieza inicial

Se inicia con la limpieza, que ayudará a conseguir anomalías y, de esta manera, identificar el origen de la contaminación, por ejemplo; una fuente de fuga de aceite es una contaminación constante en el equipo, lo cual cuando se pone en práctica el mantenimiento autónomo en la empresa se espera mejoras basadas en la experiencia y, como resultado.

Si el operador del equipo está en condiciones de solucionar las anomalías, debe etiquetar su localización. Si la anomalía está dentro de sus posibilidades para resolver, procederá a solucionar el problema, y si no es así el grupo de mantenimiento determinará la tarea a un técnico. Así mismo, se deberá fijar el plazo para corregir cada anomalía.

Tabla 30: Formato para el procedimiento de limpieza de los equipos

Procedimiento de limpieza de equipo				
Nombre del operador				
Fecha:		Hora:		Maquinaria y/o Equipo
Gestor de Sección:		Zona:		
Descripción de actividades				
1. Utilizar los equipos de protección personal				
2. Seleccionar los materiales de limpieza				
3. Colocar tarjeta de inoperabilidad por inicio de limpieza (maniobra de equipo)				
4. Retirar el polvo, grasa, aceite y desperdicio de toda la zona delimitada				
5. Realizar la limpieza con agua y detergente				
6. Extraer la grasa solidificada o aceite en las piezas y limpiar				
7. Quitar y retirar las manchas de pintura y grasa. Utilizar solventes para la limpieza				
8. Limpiar los circuito del sistema eléctrico y botones interactivos de control				
9. Limpiar los botes de basura, cambiar bolsas y depositarlas en el área indicada				
10. Informar al superior inmediato del término de la limpieza				
11. Recibir el visto bueno de la supervisión				
12. Guardar los materiales de limpieza utilizados en el área correspondiente				
13. Registrar en el inventario los materiales que se ha utilizado para informar al turno siguiente				
14. Retirar la tarjeta de inoperatividad				
Limpieza				
Descripción del equipo	Realizado		Observación	
	<input type="text"/>			
	<input type="text"/>			
	<input type="text"/>			
	<input type="text"/>			
Lubricación				
Descripción del equipo	Realizado		Observación	
	<input type="text"/>			
	<input type="text"/>			
	<input type="text"/>			
	<input type="text"/>			

Fuente: Basado del autor Larco H. (2018)

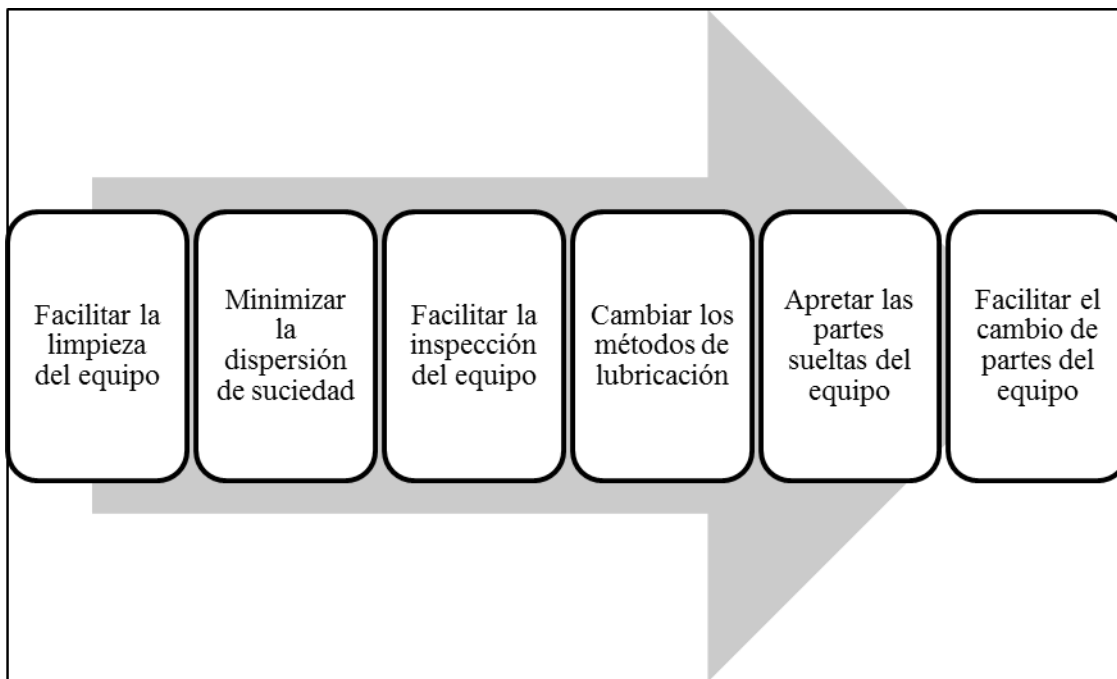
El segundo paso: Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles

En esta fase la tarea principal es eliminar la fuente de la contaminación. Asimismo, las mejoras deben regir a minimizar la dispersión del contaminante; por ejemplo, colocado de protección alrededor de la fuente de contaminación.

Además, para optimizar las áreas inaccesibles para la limpieza e inspección, es necesario, que el grupo de mantenimiento necesita convertir estas áreas en accesibles. Esto implica desmontar las piezas de la máquina para llegar al problema y proseguir con la reparación.

Por lo tanto, es importante reconocer las mejoras. Por esta razón, el grupo de mantenimiento debe aprender acerca de la necesidad de realizar mejoras, sino también, que aprendan a sentirse satisfechos y confiados por los trabajos realizados. En la siguiente figura se presenta los puntos claves de mejora.

Figura 15: Lista de los puntos clave de mejora



Fuente: Elaboración propia

El tercer paso: Creación y mantenimiento de los estándares de limpieza y lubricación

En este tercer paso, se realiza la estandarización de los procesos como: inspeccionar el equipo, juzgar anomalías y lubricar. Además permite que los operadores realizan los trabajos con mayor confianza y habilidad.

De la misma forma, los integrantes del grupo deben de establecer sus propios estándares y decidir por sí mismo cómo va a mantenerlo para establecer estándares de limpieza y lubricación. Además, se debe usarse tres criterios para establecer los estándares. Lo cual se detalla en la tabla 31.

Tabla 31: Tres criterios para establecer los estándares

Criterios para establecer los estándares
1.- Las personas encargadas de limpieza y lubricación necesitan comprender la importancia vital de estas tareas
2.- El equipo debe mejorarse para facilitar la limpieza y lubricación
3.- El tiempo requerido para tarea debe estar incluido en el programa diario.incluido en el programa diario.

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, los estándares mencionados no se seguirán a menos que cada operador del grupo comprenda la teoría y la práctica. Asimismo, se debe de registrar un resumen de estándares provisionales de lubricación y limpieza para el mantenimiento autónomo, dicho formato se presenta a continuación.

Tabla 32: Resumen de estándares provisionales de lubricación y limpieza para mantenimiento autónomo

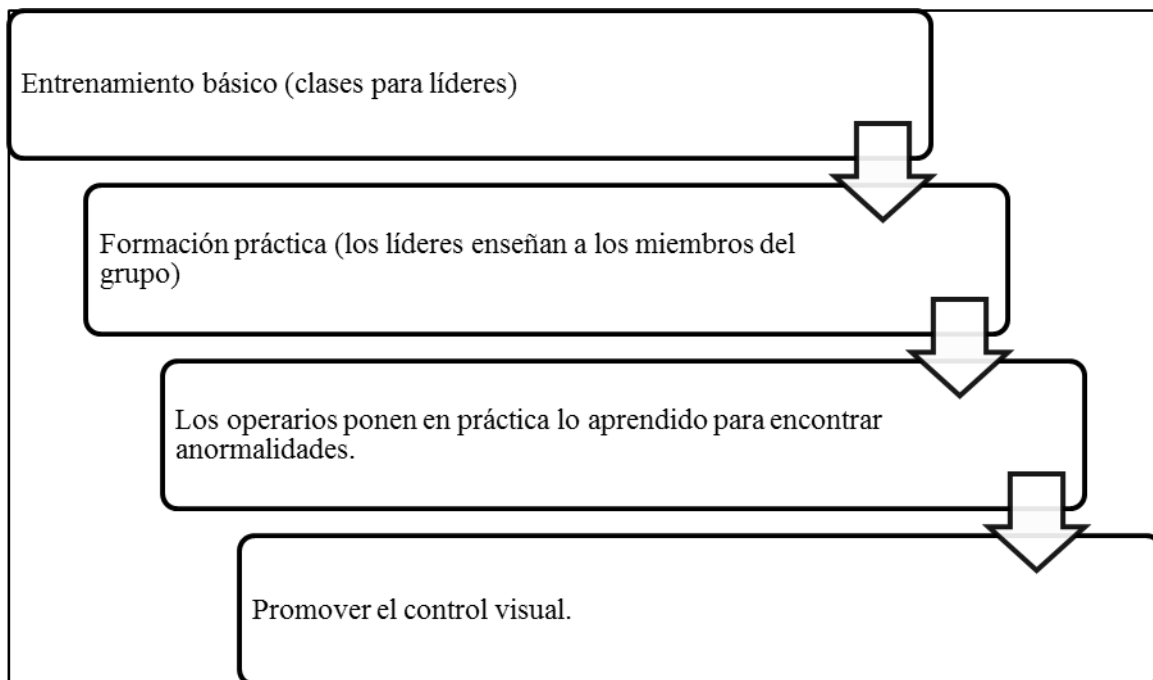
TPM	Estándar de mantenimiento autónomo (limpieza *lubricación*inspección)					N.º						
						Fecha de creación	Día	Mes	Año			
							Jefe Depto.	Jefe Sección	Líder grupo fábrica	Encargado o contraamaestre		
Nombre del proceso			Nombre equipamiento									
Diagrama												
						Meta: XX minutos. Por equipo/mes						
	N.º	Puntos	Método	Estándar	Respuesta	Periodo						
						Turno	Diario	Semana	Bisemanal		Tiempo (minutos)	Por:
Limpieza	1											
	2											
	3											
Lubricación	5											
	6											
	7											
									Total		(minutos)	
Aprobación	Jefe División		Jefe División		Jefe División	1			3			
						2			4			

Fuente: Basado del autor Shirose (1984)

El cuarto paso: Inspección general

En este paso el operador debe inspeccionar el equipo, puesto que, conoce los procedimientos para llevar a cabo la inspección. Además, debe tener la comprensión de la tecnología básica de forma, que pueda usar estos conocimientos mientras inspecciona el equipo y detectar anomalías. Por lo tanto, es importante llevar a cabo cuatro fases para el procedimiento.

Figura 16: Fases para la implementación general



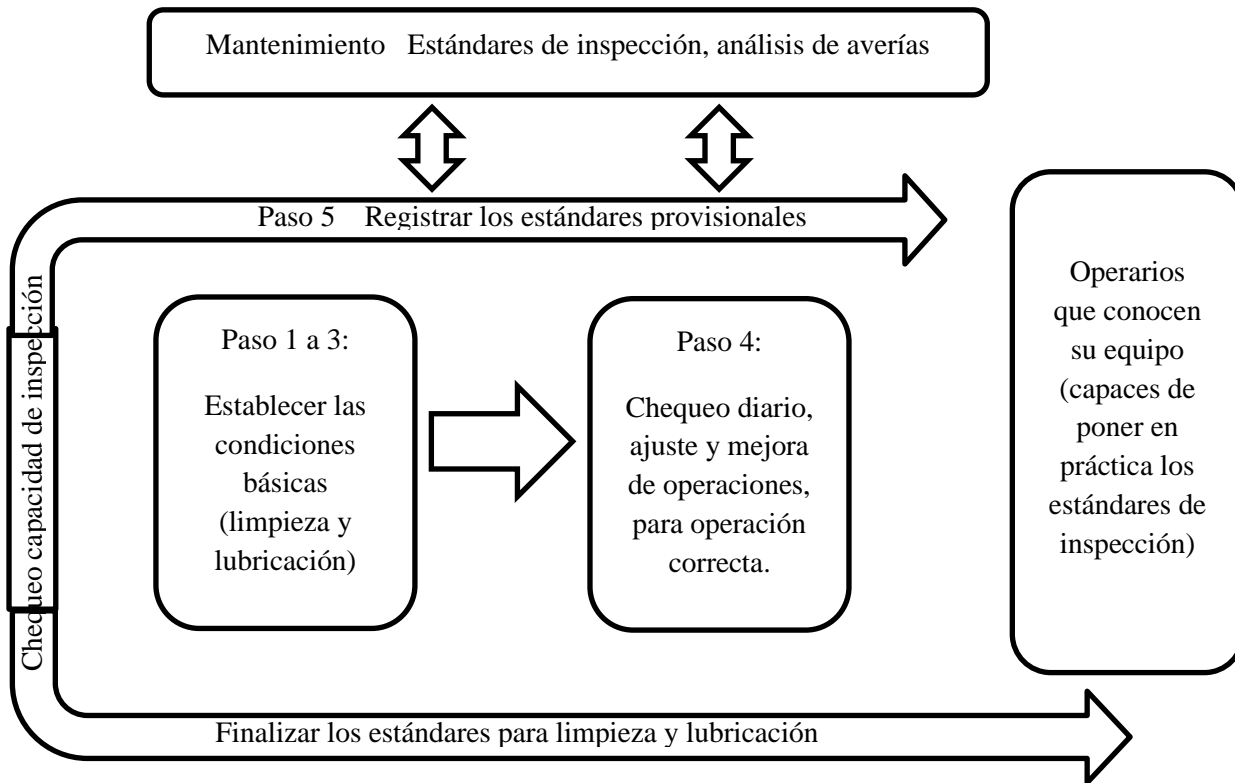
Fuente: Basado del autor Shirose (1984)

El quinto paso: Inspección autónoma

En el paso cinco se realiza dos objetivos fundamentales:

- Se realiza las actualizaciones de los estándares de los pasos dos y tres, para reducir el tiempo establecido de los objetivos y metas.
- Seguir mejorando las inspecciones y lubricaciones de tal manera, mejorar la calidad del producto final.

Figura 17: Procedimiento de aplicación del mantenimiento autónomo



Fuente 1: Basado del autor Shirose (1984)

Para el área de secado se ha elaborado el mantenimiento autónomo del secador, asimismo el operador debe realizar la inspección antes de ejecutar su labor, teniendo presente su equipo de protección personal (EPP). En la siguiente tabla se puede observar el manteniendo autónomo del secador con una duración de 97 minutos, previo a la operación del equipo.

Tabla 33: *Mantenimiento autónomo del Secador*

Nº	Tarea a ejecutar	Tiempo Teórico (min)	Marcha Parada	Observaciones	Supervisa	Anomalia
1	Verificar el correcto funcionamiento de las botoneras del tablero de control	2	P	Frecuencia diaria	Jefe de electricista	Informar a personal de electricista
2	Revisar los componentes eléctricos del cuadro de energía	10	P			
3	Revisar el correcto funcionamiento de las foto celdas	15	M		Jefe de mantenimiento	Informar al jefe de mantenimiento
4	Verificar el buen estado de los termómetros de petróleo y vapor	10	M			Solicitar a almacén y cambiarlo
5	Revisar el correcto funcionamiento de la chispa de encendido	5	P			Informar al jefe de mantenimiento
6	Verificar los niveles de engrase de las chumaceras, transportadores, ventiladores de combustión	17	P			Engrasar donde se requiera
7	Verificar los niveles de lubricación de las pistas cremalleras, pines y bocines	15	P			Lubricar donde se requiera
8	Revisar el nivel de aceite de los motores y reductores	3	P			Solicitar el tipo de aceite a almacén y proceder
9	Revisar las tuberías de petróleo y vapor si tienen fugas o fisuras	10	M			Informar al jefe de mantenimiento
10	Inspeccionar si hay daños en la estructura o fisura de soldadura	5	M			
11	Realizar limpieza de la zona de trabajo y revisión de EPP	5	P		Jefe de seguridad	

Fuente: Basado de los autores Enríquez y Márquez (2019)

3. Resultados encontrados

FC1: tiempo de cambio ineficiente en el proceso de secado

Tras la propuesta de la implementación del SMED se estima reducir el tiempo de proceso de secado a 30 minutos de 45 minutos, representando una disminución de 33.34%, por consiguiente, se estima un aumento de la producción de 16.77 TM/minutos a 25.16 TM/minutos.

FC2: fallas de máquinas en el proceso de secado

Con la propuesta de la implementación del TPM en el proceso de secado se estima disminuir la frecuencia de fallas en el secador de 12 fallas/año a 8 fallas/año. A continuación, se muestra el siguiente cuadro.

Tabla 34: Producción actual y propuesta según el número de fallas

Número de fallas	Producción actual	Producción propuesta
12	772.762 TM/año	---
8	---	1,030.35 TM/año

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, el incremento de la producción anual estimada es de 772,762 TM/año, a 1,030.35 TM/año. Es decir, un aumento de 33.33%, llegando a alcanzar una estimación de la efectividad total del 32.19% a 42.27% como se detalla en la tabla 35.

Tabla 35: OEE actual y propuesto

Índice	Actual	Propuesto
Índice de Disponibilidad	84.00%	85.33%
Índice de Rendimiento	76.22%	86.57%
Índice de Calidad	50.28%	57.22%
OEE	32.19%	42.27%

Fuente: Elaboración propia

$$Productividad\ actual_{MP} = \frac{753.9\ TM}{3500\ TM} * 100$$

$$Productividad\ actual_{MP} = 21.54\%$$

$$Productividad\ propuesta_{MP} = \frac{840.35\ TM}{3500\ TM} * 100$$

$$Productividad\ propuesta_{MP} = 24.01\%$$

Por lo tanto, una vez desarrollado la productividad de materia prima se procede hallar la variación de la productividad estimada a través de la siguiente fórmula:

$$\Delta P = \frac{(\textit{Propuesta} - \textit{Actual})}{\textit{Actual}} \times 100\%$$

$$\Delta P = \frac{(0.2401 - 0.2154)}{0.2154} \times 100\%$$

$$\Delta P = 11.47\%$$

Por lo tanto, la variación de la productividad de materia prima estimada es de 11.47%, ello debido fundamentalmente por la propuesta de la implementación de las herramientas del SMED y TPM.

4. Análisis y discusión

4.1. Análisis

La razón principal de la variación de la productividad de materia prima estimada, es a consecuencia, de la propuesta de la implementación del SMED, disminuyendo el tiempo de la actividad crítica en el proceso de secado en un 33.34% del tiempo actual. Asimismo, tras la propuesta de la implementación del TPM se considera reducir el número de fallas de 12 a 8 fallas/año. Además, se propone un incremento de la eficiencia total de 31.14% a 42.27%, y en consecuencia, estimar un aumento de la variación de la productividad en 11.47% correspondiente a la materia prima.

4.2. Discusión

Tabla 36: Categorización de los resultados para la discusión

Autores	Herramientas utilizadas	Resultados encontrados
Hooda y Gupta	TPM	OEE = 73.1% a 85.5%
Shivakumar y Suresh	TPM	OEE = 50.62% a 68.0%
Makel y Zaduminska	VSM y SMED	Tiempo de cambio de 34% a 11%
Salah Eldein y Sobhi	VSM y SMED	Tiempo de cambio de 20 minutos a 10 minutos
Hoyos, Montalvo y Vásquez	5S, TPM y SMED	Reducción del tiempo de ciclo de 26 días con 12 horas a 23 días con 2.25 horas
Yaya, y Chucuya	TPM y 5S	OEE = 0,68% a 16,32%
Galesi, Velarde, León, Raymundo, y Domínguez	TPM y 6S	Reducción de los tiempos de inactividad de las máquinas de 26% a 19%

Fuente: Elaboración propia

En la investigación realizada se estima un incremento de la productividad de materia prima de un 11.47%, la razón fundamental es por el aumento de la propuesta de la aplicación

de las herramientas como el SMED que se estima una disminución del tiempo en el proceso de secado de 45 minutos a 30 minutos, es decir una reducción de 33.33%, asimismo con la propuesta de la implementación del TPM se propone incrementar la efectividad total del equipo de 32.19% a 42.27% respectivamente.

Por lo tanto, en la investigación realizada por Makel y Zaduminska, obtuvieron como resultado tras la aplicación del SMED una disminución del tiempo de 24% a 11%, en la línea de procesamiento de alimentos, esto se debe que ha implementado en toda la línea de producción, a comparación de la investigación realizada de la herramienta SMED fue realizada netamente en el proceso de secado, por lo que se tuvo un mayor impacto positivo. Por consiguiente, en la investigación elaborada por Salah Eldein y Sobhi, quienes implementaron la herramienta SMED en una línea de proceso, cuyo resultado obtenido fue de 20 minutos a 10 minutos, la razón principal se debe a la reducción del desperdicio a través de la optimización de la programación lineal.

Además, Hoyos, Montalvo y Vásquez; han logrado una disminución de tiempo de ciclo a 81 horas con 1.3 minutos, debido a la implantación del SMED, además esta reducción se debe a la implementación del TPM y 5S. A diferencia de la investigación se propone implementar el SMED y TPM en la actividad crítica que vendría ser el proceso de secado, es por ello, que se plantea instalar un secador rotatorio cuya función será preparar la torta de prensado.

Por otra parte, con la implantación de la herramienta TPM. Hooda y Gupta; han coseguido un incremento de la efectividad total del equipo en la fase II de 73,1% a 85.5%, dicho incremento se ha dado en cada fase de producción. Asimismo, se ha tenido la participación de toda la fábrica, por lo contrario, en la empresa pesquera se propone implantar el TPM netamente en el proceso de secado.

De forma similar, Shivakumar y Suresh; en su investigación realizada en un taller de equipos mecánicos, se obtuvo como resultado con la implementación del TPM un incremento del OEE de 50.62% a 68.00%, esto se debe a que los autores consideran que la eficiencia de los equipos se debe controlar de manera eficiente, de tal modo, el programa de mantenimiento se cumpla eficazmente. Asimismo, en la empresa pesquera se plantea

desarrollar un programa de mantenimiento cuya función principal es estimar la disminución de números de fallas en el secador.

Del mismo modo, Obeso, Yaya y Chucuya; implementaron la herramienta de la 5S cuya finalidad fue implantar una cultura en la empresa. Por consiguiente, hacen uso del TPM, a consecuencia de ello, se obtuvo el resultado del OEE de 0,68% a 16,32%, en la línea de elaboración de harina de pescado. A comparación de la empresa pesquera no se propuso implementar la herramienta de las 5S, por tal motivo, los resultados estimados es relativamente menor a 5.56% en función al TPM.

Finalmente, los resultados en la investigación realizada por Gallesi, Velarde, León, Raymundo y Dominguez; fueron la reducción de los tiempos de inactividad de las máquinas de 26% a 19%, desarrollada en pymes de procesamiento de calamar gigante, además, dicha disminución es a consecuencia de la aplicación de la herramienta de las 6S. Por lo contrario, en la empresa pesquera se propone implantar la metodología del TPM que estará enlazada con el SMED con la finalidad de controlar los tiempos en cada proceso, del mismo modo, se plantea mitigar los tiempos de inactividad de las máquinas.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

En la empresa pesquera se realizó un análisis en el área de producción, determinándose que los procesos principales en la elaboración de harina de pescado son cocción, prensado, secado y molienda. Por consiguiente, para determinar la actividad crítica se realizó el mapa del flujo de valor, cuyo resultado se identificó que el proceso de secado presenta la actividad crítica de 45 minutos. En consecuencia, para mitigar la causa crítica se ha implementado la herramienta del SMED. Para ello, se está implementado un secador rotatorio con el propósito de que cumpla la función de preparar la torta de prensado antes del ingreso del secador general. De esta manera, se ha logrado reducir el tiempo del proceso de secado a 30 minutos. De lo cual, la disminución está representada de un 33.34%.

Por otro lado, en el diagnóstico realizado se pudo analizar a través de la hoja de verificación las fallas generadas por el secador principal, cuyos datos fueron de 12 fallas por año. Por ende, con la herramienta del TPM se ha buscado reducir dichas fallas; por ello, se planteó un mantenimiento autónomo, lo cual permitió disminuir el número de averías a 8. De esta manera, generando un aumento de la efectividad total del secador de 31.14% a 42.27%.

Por lo tanto, tras la implementación de la metodología Lean Manufacturing y sus herramientas SMED y TPM, se ha logrado un aumento de la producción en el área de secado de 16.77 TM/minutos a 25.16 TM/minutos, por consiguiente, la variación de la productividad de materia prima se estima a 11.47%.

5.2. Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda al investigador que la búsqueda de información se realice mediante cinco pasos importante, las cuales son: el objetivo, problema, método, resultado y conclusión. De este modo, se obtendrá un resumen adecuado, lo cual le permitirá analizar la factibilidad de la aplicación de las herramientas o metodologías que se desean implementar. De esta manera, estos pasos les permitirá categorizar los resultados con el fin de analizar el impacto de las herramientas aplicadas.

Asimismo, se debe realizar el diagnóstico en el área estudiada y analizar los procedimientos principales que la organización presente, en esta fase se debe incluir todas las operaciones existentes para identificar los puntos a mejorar. Por consiguiente, se debe realizar de manera eficiente el mapa de flujo de valor, puesto que en la herramienta estarán incluidas la línea de producción, capacidad de máquina, tiempo ciclo, ciclo de proceso, programación por día. Finalmente, se debe identificar el proceso crítico, para implementar las herramientas y que darán las posibles soluciones.

Respecto a la empresa pesquera se recomienda implementar la herramienta SMED agilizar la línea de producción y así reducir el tiempo ciclo. Por lo tanto, se debe incluir un secador rotatorio entre el proceso de prensado y secado; con la finalidad, de preparar la torta de prensado antes de iniciar el proceso de secado. Asimismo, implantar un programa de mantenimiento autónomo para minimizar el número de fallas en el secador. De esta manera, se estima como resultado un aumento en variación de la productividad de 11.47%.

6. Referencias Bibliográficas

- Andrade, A., Del Río, C., & Alvear, D. (2019). A Study on Time and Motion to Increase the Efficiency of a Shoe Manufacturing Company. *Información Tecnológica*, 83 - 94. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>
- Benjamin, S., & Winston, L. (2002). Technical efficiency analysis of information technology investments: a two-stage empirical investigation. *Elsevier*, 391 - 401. doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00105-7](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00105-7)
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. (2017). Mejora continua de los procesos. Herramienta y técnica. Lima: Fondo Editorial. Universidad de Lima.
- Bragadóttir, M., Pálmadóttir, H., & kristbergsson, K. (2004). Composition and Chemical Changes during Storage of FishMeal from Capelin (*Mallotus villosus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1572–1580. doi:<https://doi.org/10.1021/jf034677s>
- Carrillo, M., Alvis, C., Mendoza, Y., & Cohen, H. (2019). Lean Manufacturing: 5s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecanica en Cartagena, Colombia. *SIGNOS - Investigación en sistema de gestión*, 71 - 86. doi:<https://doi.org/10.15332/s2145-1389-4934>
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2012). Productividad y competitividad. Argentina: Universidad Nacional de Mar de Plata.
- Consuegra, F., Díaz, A., Cruz, A., Benitez, r., Castillo, A., & Rodriguez, A. (2017). Diseño del Método de disponibilidad Dupont como soporte a la toma de decisiones en el mantenimiento. Cuba: IM.
- Cortes, D. (2016, Enero 17). Estudio de Tiempos. Retrieved from Estudio de Tiempos: <https://youtu.be/I34YnWJpLTY>
- Enríquez, A., & Márquez, R. (2019). Propuesta de la mejora de la eficiencia de la linea de producción de una planta de harina de pescado aplicando la metodología del

Mantenimiento Productivo Total. Para optar el título de: (Ingeniero Industrial).
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.

Fortuny, J., Cautrecasas, L., Cuatrecasas, O., & Olivella, J. (2008). *Universia Business Review*. Metodología de implantación de la gestión en plantas industriales, 28 - 41.
Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43302003>

Galles, A., Velarde, A., León, C., Raymundo, C., & Dominguez, F. (2020). Maintenance Management Model under the TPM approach to Reduce Machine Breakdowns in Peruvian Giant Squid Processing SMEs. *Sciences & Engineering*, 1-11.
doi:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012006>

García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-hill Interamericana.

Ghaly, A., Ramakrishnan, V., Brooks, M., Budge, S., & Dave, D. (2013). *Fish Processing Wastes as a Potential Source of Proteins, Amino Acids and Oils: A Critical Review*. Nova Scotia: ISSN: 1948-5948 JMBT.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Fundamentos de metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-hill / interamericana de España.

Hooda, A., & Gupta, P. (2019). *Manufacturing excellence through total productive maintenance implementation in an Indian*. India: Scopus.
doi:10.24247/ijmperdjun2019168

Hoyos, Montalvo, & Vásquez. (2017). *Mejora de la productividad mediante un sistema de gestión basado en Lean Sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa maderera nuevo Perú S.A.C*. Chichayo: Universidad Señor de Sipán.

Kleeberg, F., & Nieto, M. (2018, Mayo 25). *La industria pesquera en el Perú*. (U. d. Lima, Ed.) Retrieved from *La industria pesquera en el Perú*: www.ulima.edu.pe

Makel, M., & Zaduminska, M. (2019). A case study of VSM and SMED in the food processing industry. *Management and Production Engineering Review*, 60-68.
doi:<https://doi.org/10.24425/mper.2019.129569>

- Mallison, A. (2017, Febrero 16). IFFO La Organización de ingredientes marinos. Retrieved from IFFO La Organización de ingredientes marinos: <https://www.iffonet.es/node/1039>
- Medina Hoyos, G., Montalvo Montalvo, G., & Vásquez Coronado, M. (2017). Mejora de la productividad mediante un sistema de gestión basado en lean six sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa maderera nuevo peru S.A.C, 2017. Chichayo, Perú: Universidad señor de sipán.
- Montero, J., Diaz, C., Guevara, F., Cepeda, A., & Barrera, J. (2013). Modelo para Medición de Eficiencia Real de Producción y Administración Integrada de Información en Planta de Beneficio. Bogotá: Sena.
- Montes, C., Montilla, O., & Mejía, E. (2014). Control y Evaluación de la gestión organizacional. Bogota: Alfaomega.
- Montoya. (2010). Implementació del total productive management (TPM). Universidad del Rosario, Bogota.
- Morales, D., & Rodrogez, R. (2017). Total productive maintenence (TPM) al a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. Tha Internacional Journal of Advanced Manufacturing Technology, 92.
- Moreno, J. (2013). Industria pesquera y visita tecnica a empresa pesquera. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Nakajima, S. (1991). Introducción al TPM: Mantenimiento Productivo Total. España: Productivity Press.
- Nguyen, D. (2018). Critical success factors of Lean implementation in Vietnam Manufacturing enterprises. Journal of Production Engineering, 1-5.
- Obeso, A., Yaya, J., & Chucuya, R. (2019). Implementation of Total Productive Maintenance in improving the productivity and maintainability of the fishmeal process. INGNosis,

126-138. Retrieved from
<http://181.224.246.204/index.php/INGnosis/article/view/2334/1959>

Palacio P., Á. (2013). Total Productive Maintenance T.P.M. Colombia: Edición Autor.

pesquea, E. (2018). Memoria anual. Callao.

PRODUCE. (2019). Desenvolvimiento Productivo de la Actividad Pesquera. Boletín del Sector Pesquero. Ministerio de la Producción, Lima.

PROMPERÚ. (2018, Diciembre 06). Boletín Sector Pesca y Acuicultura. Retrieved from Boletín Sector Pesca y Acuicultura: www.siicex.gob.pe/pesca

Rahman, S., & Lausirihongthong, T. (2010). Impact of lean strategy on operational performance: a study of thai manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 839-852. doi:10.1108/17410381011077946

Salah Eldein, S., & Sobhi, N. (2019). Waste reduction by linear programing optimizing. Cairo: IOP. doi:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/610/1/012079>

San Martín, D., Ramos, S., & Zufía, J. (2016). Valorisation of food waste to produce new raw materials for animal feed. *Food Chemistry*, 68-74. doi:10.1016/j.foodchem.2015.11.035

Shingo, S. (1983). Una revolución en la producción: el sistema SMED. Tokio: Management Association.

Shirose, K. (1984). TPM para mandos intermedios de fábrica. Tokyo: Workshop Leaders.

Shivakumar, A., & Suresh, D. (2019). Implementation of Total Productive Maintenance for Overall Equipment Effectiveness Improvement in Machine Shop. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 0-00.

Silva, D. (2011). Elaboración de harina de pescado. Buenos Aires: OceanDocs.

Zayko, M., Hancock, W., & Broughman, D. (1997). Implementing Lean Manufacturing at Gelman Sciences. In M. Zayko, W. Hancock, & D. Broughman, Inside Stories of U. S. Manufacturers (pp. 247 - 302). New York: Publication Data.

7. Anexo

Anexo N° 1: Declaración de originalidad del trabajo de investigación

ANEXO 06

Declaración de Autenticidad y No Plagio (Grado Académico de Bachiller)

Por el presente documento, yo Eddin Keybi, Calderon Huyhua, identificado con DNI N° 70521983; García Espíritu, Ruiz Vianey identificado con DNI N° 72112899, egresados de la carrera de Ingeniería Industrial, informamos que se ha elaborado el Trabajo de Investigación denominado

“Mejora de la productividad del proceso de elaboración de harina de pescado aplicando la metodología Lean Manufacturing” para optar por el Grado Académico de Bachiller en la carrera de Ingeniería Industrial, declaramos que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente por los autores que lo suscriben y afirmamos que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejamos constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en Internet.

Así mismo, afirmamos que somos responsable solidario de todo su contenido y asumimos, como autores, las consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sabemos que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales. Por ello, en caso de incumplimiento de esta declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas que dictamine la Universidad Tecnológica del Perú y a lo estipulado en el Reglamento de SUNEDU.

Lima, 30 de julio del 2020.



Calderon Huyhua, Eddin Keybi



García Espíritu, Ruiz Vianey

Anexo N° 2: Fases de la implantación de Lean Manufacturing

Fase 0 - Adoptar el paradigma Lean. Común con la hoja de ruta de la transición de la empresa.	0-1. Construir la visión (algunos directivos sénior). 0-2. Establecer la necesidad. 0-3. Adoptar el pensamiento lean (todos los líderes claves). 0-4. Comprometerse (primer ejecutivo y su superior corporativo, si lo hay). 0-5. Conseguir la adaptación por los directivos sénior.
Fase 1- Preparar. Se fija la estrategia, se crea el equipo de apoyo y se fijan las responsabilidades.	1-1. Vinculación con el conjunto de la empresa. (con cada área relacionada) 1-2. Crear un equipo operativo para la implementación del Lean 1-3. Estrategia de implementación (oportunidades de mejora y ventajas). 1-4. Plan dirigido a los trabajadores (explicación y justificación) 1-5. Analizar los temas culturales específicos (de la organización) 1-6. Formar a las personas clave. 1-7. Objetivos (con métricas vinculadas a los objetivos de la empresa).
Fase 2 - Definir el valor. Para el cliente de la actividad.	2-1. Amplitud de la implementación inicial (un proceso o una parte de él) 2-2. Definir al cliente. 2-3. Definir el valor para el cliente final.
Fase 3 - Identificar la cadena de valor. Conocer cuando y distancia). donde se añade valor para identificar desperdicios.	3-1. Registrar la actual cadena de valor (pasos y sus métricas). 3-2. Dibujar los flujos de productos y de información (tiempo y distancia). 3-3. Movimientos de los trabajadores (secuencia, tiempo y distancia). 3-4. Movimientos de herramientas (secuencia, tiempos y distancias). 3-5. Recopilar datos de base (costes, tiempo, calidad).
Fase 4 - Diseñar el sistema de producción. Diseño global, teniendo en cuenta que habrá distintas fases de implementación.	4-1. Desarrollar la cadena de valor futura. 4-2. Definir el tak time. 4-3. Revisar las decisiones de fabricar o comprar. 4-4. Planificar una nueva disposición. 4-5. Incorporar a los proveedores 4-6. Diseñar sistemas visuales de control. 4-7. Estimar y justificar costes. 4-8. Planificar el sistema de mantenimiento (TPM)

<p>Fase 5 - Implementar el flujo (la producción basada en el flujo).</p> <p>Cambio de la producción en colas a la producción en celdas.</p>	<p>5-1. Estandarizar</p> <p>5-2. Establecer procedimientos de control de errores.</p> <p>5-3. Control del proceso (relación entre media, variación y tolerancia).</p> <p>5-4. Implementar la gestión del mantenimiento productivo total (TPM)</p> <p>5-5. Implementar auto inspección (entrenamiento, disciplina y diseño).</p> <p>5-6. Eliminar/reducir desperdicios.</p> <p>5-7. Entrenamiento transversal de la mano de obra (polivalencia).</p> <p>5-8. Reducir el tiempo de puesta en marcha (sobre todo a máquina parada).</p> <p>5-9. Implementar las celdas.</p> <p>5-10. Implementar los controles visuales.</p>
<p>Fase 6 - Implementar el sistema pull total.</p> <p>Ligar proceso, operaciones, celdas y proveedores en un sistema pull.</p>	<p>6-1. Seleccionar un sistema de control de la producción.</p> <p>6-2. Luchar por el flujo de unidades individuales.</p> <p>6-3. Nivelar y balancear el flujo de producción (de acuerdo con la demanda).</p> <p>6-4. Conectar con los proveedores.</p> <p>6-5. Disminuir los stocks existentes (lentamente)</p> <p>6-6. Reasignación de los empleados (empleados entrenados en nuevas áreas).</p> <p>6-7. Registrar o vender activos (que hayan devenido innecesarios)</p>
<p>Fase 7 - Perseguir la perfección.</p> <p>Implementación de la mejora continua.</p>	<p>7-1. Desarrollo de los equipos de trabajo.</p> <p>7-2. Optimización de la calidad (Six Sigma).</p> <p>7-3. Institucionalizar las 5S.</p> <p>7-4. Eventos Kaizen (mapa de proceso, análisis, brainstorming).</p> <p>7-5. Remover barreras (políticas heredadas, procedimientos, sistemas informática).</p> <p>7-6. Extender el TPM (Total Productive Maintenance).</p> <p>7-7. Evaluar frente a las métricas objetivo.</p> <p>7-8. Evaluar el progreso (utilizando las matrices de madurez Lean).</p>

Fuente: (Fortuny, Cautrecasas, Cuatrecasas, & Olivella, 2008)

Anexo N° 3: Formato para el estudio de tiempos de actividades

Estudio Código:	Código del producto:	Nombre del producto:		Orden N°:	Cliente:	
Número del estudio:	Fecha:	Tipo de Cronometraje		Centro de Costo:	Elaborado por:	Aprobado por:
		Acumulativo x	Vuelta a cero			
						N° de página:

ACTIVIDAD	N° ACT	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	Valoración											
					1	2	3	4	5	6	F	n			

1	2	3	4	5	6	7	1 2	1 3

Fuente: (Cortes, 2016)